

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3989261号
(P3989261)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl.	F I	
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232	H
GO2B 7/28 (2006.01)	GO2B 7/11	N
GO2B 7/34 (2006.01)	GO2B 7/11	C
GO2B 7/36 (2006.01)	GO2B 7/11	D
GO3B 13/36 (2006.01)	GO3B 3/00	A
請求項の数 3 (全 34 頁) 最終頁に続く		

<p>(21) 出願番号 特願2002-42205 (P2002-42205)</p> <p>(22) 出願日 平成14年2月19日(2002.2.19)</p> <p>(65) 公開番号 特開2003-244519 (P2003-244519A)</p> <p>(43) 公開日 平成15年8月29日(2003.8.29)</p> <p>審査請求日 平成17年1月12日(2005.1.12)</p>	<p>(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号</p> <p>(74) 代理人 100076233 弁理士 伊藤 進</p> <p>(72) 発明者 石丸 寿明 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内</p> <p>審査官 吉川 陽吾</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 デジタルカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体距離を検出する補助AF手段と、
被写体像を光電変換して所定の積分期間だけ積分した後に画像信号として出力する撮像手段と、

この撮像手段に結像される被写体像のピントを合わせるためのAFレンズと、

上記撮像手段から出力される画像信号に基づいて該撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値を算出するコントラスト評価値算出手段と、

上記AFレンズのレンズ位置を検出するレンズ位置検出手段と、

このレンズ位置検出手段により検出されたレンズ位置に基づいて上記AFレンズを制御し移動させるレンズ制御手段と、

このレンズ制御手段により上記AFレンズを移動させるのに応じて上記レンズ位置検出手段により検出された複数のレンズ位置と、これら複数のレンズ位置に各対応して上記コントラスト評価値算出手段により算出された複数のコントラスト評価値と、に基づいて、上記撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値がピークとなるレンズ位置を算出するコントラストピーク位置算出手段と、

を具備し、

上記補助AF手段により検出した被写体距離に対応して決定されるレンズ位置であって当該レンズを被写体距離の遠距離側から駆動する際に合焦位置を過ぎることなく漸近して行くために合焦可能な領域内の遠距離側を第1のレンズ位置として算出し、この第1のレ

10

20

レンズ位置を目標として上記AFレンズに対する第1のレンズ繰出しを行い、該第1のレンズ繰出しを行っている最中に、画像のコントラスト評価値の算出と、該コントラスト評価値算出時のレンズ位置の検出と、を複数回を行い、これらの複数回の算出結果及び検出結果に基づき、上記コントラストピーク位置算出手段により、上記第1のレンズ繰出しを行っている最中に複数回に渡って算出または検出されたコントラスト評価値と該コントラスト評価値算出時のレンズ位置との少なくとも2組以上に基づいて、コントラスト評価値がピークとなる近傍において、レンズ位置に対するコントラスト評価値の変化を正規分布で近似し、この正規分布により該正規分布を微分したものを割った結果に基づき、コントラスト評価値がピークとなる合焦位置である第2のレンズ位置を算出し、この第2のレンズ位置を目標として上記AFレンズに対する第2のレンズ繰出しを行うものであることを特徴とするデジタルカメラ。

10

【請求項2】

上記AFレンズの移動速度を検出するレンズ速度検出手段と、
このレンズ速度検出手段により検出された移動速度から上記AFレンズの停止位置を予想する停止位置予想手段と、
をさらに具備し、

上記レンズ制御手段は、目標の繰出し位置と予想停止位置との差に基づいて、AFレンズの制御を行うものであることを特徴とする請求項1に記載のデジタルカメラ。

【請求項3】

上記補助AF手段は、位相差AFにより被写体距離を検出するものであって、
2つの像を検出する検出手段と、
この検出手段により検出された2つの像の位相に基づいて、第1の合焦距離を求める第1の合焦距離算出手段と、

20

上記検出手段により検出された2つの像の起伏に基づいて、測距誤差を算出する測距誤差算出手段と、

上記第1の合焦距離と上記測距誤差とに基づいて、合焦の可能性がある範囲内において繰出し量が少ない第2の合焦距離を求める第2の合焦距離算出手段と、

を有してなり、

上記第1のレンズ位置は、この第2の合焦距離に基づいて求められるものであることを特徴とする請求項1に記載のデジタルカメラ。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタルカメラ、より詳しくは、被写体像を撮像してデジタル化し処理するデジタルカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】

撮像素子により被写体像を撮像して、得られた画像信号をデジタル化し画像処理等を施した後に記録媒体等に記録するデジタルカメラにおいては、撮像素子上に結像される被写体像のピントを合わせるために、種々の方式が採用されている。

40

【0003】

このような技術の一例としての特開平6-62304号公報には、映像信号から鮮鋭信号を抽出する抽出手段と、レンズの位置を検出するレンズ位置検出手段と、を備え、フォーカスレンズ位置と、鮮鋭度信号と、鮮鋭信号の遅延情報と、に基づいて、フォーカスレンズ駆動手段を制御する技術が記載されている。この公報に記載のものは、鮮鋭度信号が制御装置に入力するまでの遅延時間を考慮して、過去のフォーカスレンズ位置を記憶し、記憶したレンズ位置を使用することにより、コントラスト量のピークを越えた後でモータを逆転させてピントを合わせる、いわゆる山登りAFとなっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

50

しかしながら、上記特開平6-62304号公報に記載されたようなものでは、遅延時間を考慮することで、レンズ位置と鮮鋭信号とのずれを防ぐようにしているものの、所詮は山登りAFであるために、コントラスト量のピークである合焦位置に到達するまでに行きつ戻りつを繰り返すことになり、モータの正逆転を行ったりガタ分を補正したりするのに時間を要して、結局、レンズを合焦位置に停止させるまでに時間がかかってしまう。

【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、より高速に正確なAF動作を行うことができるデジタルカメラを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、第1の発明によるデジタルカメラは、被写体距離を検出する補助AF手段と、被写体像を光電変換して所定の積分期間だけ積分した後に画像信号として出力する撮像手段と、この撮像手段に結像される被写体像のピントを合わせるためのAFレンズと、上記撮像手段から出力される画像信号に基づいて該撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値を算出するコントラスト評価値算出手段と、上記AFレンズのレンズ位置を検出するレンズ位置検出手段と、このレンズ位置検出手段により検出されたレンズ位置に基づいて上記AFレンズを制御し移動させるレンズ制御手段と、このレンズ制御手段により上記AFレンズを移動させるのに応じて上記レンズ位置検出手段により検出された複数のレンズ位置とこれら複数のレンズ位置に各対応して上記コントラスト評価値算出手段により算出された複数のコントラスト評価値とに基づいて上記撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値がピークとなるレンズ位置を算出するコントラストピーク位置算出手段と、を具備し、上記補助AF手段により検出した被写体距離に対応して決定されるレンズ位置であって当該レンズを被写体距離の遠距離側から駆動する際に合焦位置を過ぎることなく漸近して行くために合焦可能な領域内の遠距離側を第1のレンズ位置として算出し、この第1のレンズ位置を目標として上記AFレンズに対する第1のレンズ繰出しを行い、該第1のレンズ繰出しを行っている最中に、画像のコントラスト評価値の算出と、該コントラスト評価値算出時のレンズ位置の検出と、を複数回繰り返し、これらの複数回の算出結果及び検出結果に基づき、上記コントラストピーク位置算出手段により、上記第1のレンズ繰出しを行っている最中に複数回に渡って算出または検出されたコントラスト評価値と該コントラスト評価値算出時のレンズ位置との少なくとも2組以上に基づいて、コントラスト評価値がピークとなる近傍において、レンズ位置に対するコントラスト評価値の変化を正規分布で近似し、この正規分布により該正規分布を微分したものを割った結果に基づき、コントラスト評価値がピークとなる合焦位置である第2のレンズ位置を算出し、この第2のレンズ位置を目標として上記AFレンズに対する第2のレンズ繰出しを行うものである。

【0007】

また、第2の発明によるデジタルカメラは、上記第1の発明によるデジタルカメラにおいて、上記AFレンズの移動速度を検出するレンズ速度検出手段と、このレンズ速度検出手段により検出された移動速度から上記AFレンズの停止位置を予想する停止位置予想手段と、をさらに具備し、上記レンズ制御手段は、目標の繰出し位置と予想停止位置との差に基づいて、AFレンズの制御を行うものである。

【0008】

さらに、第3の発明によるデジタルカメラは、上記第1の発明によるデジタルカメラにおいて、上記補助AF手段は、位相差AFにより被写体距離を検出するものであって、2つの像を検出する検出手段と、この検出手段により検出された2つの像の位相に基づいて第1の合焦距離を求める第1の合焦距離算出手段と、上記検出手段により検出された2つの像の起伏に基づいて測距誤差を算出する測距誤差算出手段と、上記第1の合焦距離と上記測距誤差とに基づいて合焦の可能性がある範囲内において繰出し量が少ない第2の合焦距離を求める第2の合焦距離算出手段と、を有してなり、上記第1のレンズ位置は、この第2の合焦距離に基づいて求められるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 から図 2 6 は本発明の一実施形態を示したものであり、図 1 はデジタルカメラの概念的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 0 】

このデジタルカメラ 1 は、例えば位相差 A F により被写体距離を検出する補助 A F 手段 2 と、この補助 A F 手段 2 により検出された 2 つの像の位相に基づいて第 1 の合焦距離を求める第 1 の合焦距離算出手段 3 と、上記 2 つの像の起伏に基づいて測距誤差を算出する測距誤差算出手段 4 と、上記第 1 の合焦距離と上記測距誤差とに基づいて合焦の可能性がありかつ繰出し量が少ない第 2 の合焦距離を求める第 2 の合焦距離算出手段 5 と、この第 2 の合焦距離算出手段 5 により求められた第 2 の合焦距離に基づき後述するレンズを繰り出すための第 1 のレンズ位置を算出する第 1 のレンズ位置算出手段 6 と、被写体像を光電変換して画像信号を出力する撮像手段 8 と、この撮像手段 8 により検出された被写体輝度の変化から周期的なフリッカを検出してこのフリッカの影響を受けることなく被写体輝度を安定して検出することができる安定タイミングを検出するフリッカ検出手段と安定タイミング検出手段とを兼ねたフリッカタイミング検出手段 9 と、上記撮像手段 8 から出力される画像信号に基づいて該撮像手段 8 に結像される被写体像のコントラスト評価値（具体的には、コントラスト量）を算出するコントラスト評価値算出手段 1 0 と、上記撮像手段 8 に被写体像を結像するための撮影光学系におけるピント合わせ用の A F レンズ 1 1 と、この A F レンズ 1 1 のレンズ位置を検出するレンズ位置検出手段 1 2 と、後述するレンズ制御手段 1 6 により上記 A F レンズ 1 1 を移動するのに応じてこのレンズ位置検出手段 1 2 により検出された複数のレンズ位置とこれら複数のレンズ位置に各対応して上記コントラスト評価値算出手段 1 0 により算出された複数のコントラスト評価値とに基づいて上記撮像手段 8 に結像される被写体像のコントラスト量がピークとなるレンズ位置を算出するコントラストピーク位置算出手段 1 3 と、上記 A F レンズ 1 1 の移動速度を検出するレンズ速度検出手段 1 4 と、このレンズ速度検出手段 1 4 により検出された移動速度から上記 A F レンズ 1 1 の停止位置を予想する停止位置予想手段 1 5 と、この停止位置予想手段 1 5 により予想された停止位置と上記レンズ位置検出手段 1 2 により検出されたレンズ位置から目標の繰出し位置までの繰り出し量との差に基づいて上記 A F レンズ 1 1 を制御して移動させるレンズ制御手段 1 6 と、上述したような各要素を含むこのデジタルカメラ 1 を統括的に制御する制御手段 7 と、を有して構成されている。

【 0 0 1 1 】

このように構成されたデジタルカメラ 1 の作用は、次のようになっている。

【 0 0 1 2 】

まず、上記補助 A F 手段 2 により第 1 のレンズ位置を求めて、この第 1 のレンズ位置を目標として第 1 のレンズ繰出しを行う。

【 0 0 1 3 】

この第 1 のレンズ繰出しを行っている最中に、上記コントラスト評価値算出手段 1 0 による画像のコントラスト量の検出と、上記レンズ位置検出手段 1 2 によるその時のレンズ位置の検出と、を複数回行う。

【 0 0 1 4 】

そして、これらの検出結果に基づいて、コントラスト量が最大になる第 2 のレンズ位置を算出し、この第 2 のレンズ位置を目標として、第 2 のレンズ繰出しを行う。

【 0 0 1 5 】

A F レンズ 1 1 を移動させるときの制御は、上記レンズ速度検出手段 1 4 により検出されたレンズ速度に基づき上記停止位置予想手段 1 5 が予想停止位置を算出して、レンズ制御手段 1 6 が目標の繰出し位置と予想停止位置との差に基づいて行うようになっている。

【 0 0 1 6 】

さらに詳細に説明すると、上記第 1 のレンズ位置は次のようにして求める。

10

20

30

40

50

【0017】

上記補助AF手段2は、複数の測距領域について測距を行うことが可能となるように構成されていて、これら複数の測距領域に対して測距を行い、最至近となる第1の合焦距離が得られた測距領域について、測距誤差を算出し、該測距誤差を見込んだ合焦の可能性のある距離の中で繰り出し量の少ない距離である第2の合焦距離を求める。そして、この第2の合焦距離に基づき、第1の繰り出しを行うための第1のレンズ位置を算出する。

【0018】

AFレンズ11の繰り出しは、まず、この第1のレンズ位置を目標として行う。AFレンズ11をこの第1のレンズ位置まで繰り出している最中に、上記補助AF手段2によって最至近となった測距領域についてコントラストAFを行ってさらに正確な合焦位置である第2のレンズ位置を算出し、その後は該第2のレンズ位置を目標として繰り出しを行うことになる。

10

【0019】

なお、上記撮像手段8も、補助AF手段2による複数の測距領域に各対応する複数の測距領域の撮像が可能となるように構成されている。

【0020】

一般に、レンズ繰り出し機構にはガタが存在し、繰り出した後で繰り込む場合は、そのガタ分以上を移動させてガタ取りをする必要がある。さらに、レンズの移動方向を変える場合には、ブレーキして確実に停止させてから、その後方向を変えて制御することになるために、ブレーキ時間と戻す時間との両方が必要になり、合焦に至るまでの時間が長くなってしまふ。

20

【0021】

これに対して、このように合焦可能範囲内の繰り出し量の少ない距離に基づいて第1のレンズ位置を算出しているために、真の合焦位置よりも繰り出し過ぎることがなく、方向を変えることなくレンズ位置の制御を行うことが可能となり、ガタ取りの必要もなく、高速に合焦させることが可能となる。

【0022】

なお、上記補助AF手段2は、専用の素子を設けても良いが、撮像手段8の撮像領域以外の領域を利用することも可能である。また、補助AF手段のAF方式としては、後述するように、位相差AFやアクティブAFを用いることができるし、これらに限らずその他の種々の手段を用いることも可能である。

30

【0023】

また、撮像手段8に結像する被写体像のコントラスト量がピークとなる位置（つまり、合焦位置）の算出は、後で詳しく説明するように、コントラスト量とレンズ位置の関係を正規分布等で近似して算出するようになっている。

【0024】

コントラスト量のピーク位置は、コントラストの変化量がゼロになる位置であるために、AFレンズ11を繰り出しながらコントラスト量を検出する動作を複数回行うことにより、外挿して算出する。

【0025】

また、コントラストAFを行う際には、選択した測距領域について撮像手段8により積分を行う際に、該積分期間の中間のタイミングがフリッカの変化が少ないタイミングとなるように制御されるとともに、さらに、この中間のタイミングにおいてAFレンズ11のレンズ位置も検出するようになっている。これにより、フリッカによる輝度の変動を抑制することが可能となっている。

40

【0026】

次に、図2はデジタルカメラ1の外観をレンズ側から示す斜視図、図3はデジタルカメラ1をPDA(Personal Digital(Data) Assistants)として使用する際の外観を示す斜視図である。なお、図3は、レンズ側が下を向く配置となっている。

【0027】

50

このデジタルカメラ 1 は、本体 2 1 の前面側にズーム光学系となっているレンズを内蔵するレンズ鏡筒 2 2 が配設されていて、このレンズ鏡筒 2 2 は、バリア 2 3 が開けられるのに伴って本体 2 1 から突出し、撮影可能なワイド端まで駆動されるようになっている。このバリア 2 3 を開閉動作させると、それに伴って図示しないバリアスイッチがオン/オフするようになっており、すなわち、バリア 2 3 を開けることにより、このデジタルカメラ 1 がカメラとして動作することになる。

【 0 0 2 8 】

また、デジタルカメラ 1 の上面には、撮影動作を指示入力するためのリリーススイッチ 2 4 や、この上記バリア 2 3 が閉じられた状態でこのデジタルカメラ 1 を P D A として機能させるための電源オンを行う P D A パワースイッチ 2 5 が配設されている。

10

【 0 0 2 9 】

さらに、このデジタルカメラ 1 の本体 2 1 の背面側には、撮影時に被写体を確認するためのファインダ 2 6 と、上記レンズの焦点距離を変化させるためのズームスイッチ 2 7 と、後述するシート状光源 3 3 の輝度を調整するための輝度設定ボリューム 3 1 と、このデジタルカメラ 1 が後述するように P D A として動作する際に用いる各部材、すなわち、画像反転スイッチ 2 9 と、画像表示モードスイッチ 3 0 と、磁石 2 8 と、が配設されている。

【 0 0 3 0 】

そして、このデジタルカメラ 1 には、本体 2 1 の背面側に対してヒンジ 3 2 a により開閉自在となる表示部 8 9 が設けられている。この表示部 8 9 は、該本体 2 1 の背面側に略沿う閉じ位置となったときに上記ファインダ 2 6 やズームスイッチ 2 7 を露呈する大きさの薄板状に形成されており、画像を表示するための透過型でなる L C D 3 5 と、この L C D 3 5 に背面側から照明光を照射するためのシート状光源 3 3 と、このシート状光源 3 3 から発光された光を上記 L C D 3 5 に対して均一に拡散するための拡散板 3 4 と、が積層されて矩形枠状の支持フレーム 3 2 内に保持される構成となっている。

20

【 0 0 3 1 】

この表示部 8 9 は、これら L C D 3 5、拡散板 3 4、シート状光源 3 3、により後述する画像表示部材 8 6 (図 4 参照) を構成するとともに、さらにタッチパネル 8 8 (図 4 参照) を有する構成となっており、該タッチパネル 8 8 を介して情報入力を行うことができるようになっている。

【 0 0 3 2 】

なお、上述では拡散板 3 4 とシート状光源 3 3 とを用いているが、これらに代えて、例えば有機 E L シートなどを用いるようにしても構わない。

30

【 0 0 3 3 】

上述したように、支持フレーム 3 2 として矩形枠状のものをを用いているために、画像表示部材 8 6 およびタッチパネル 8 8 を構成する各部材として透光性を有するものを採用すれば、背面側からの外光を光源として利用することが可能となる。これにより、外光が明るい場合には、上記輝度設定ボリューム 3 1 を操作して輝度をロー (L o w) にするかあるいはオフ (O F F) にすることで、バッテリー消費量を抑制しながら画像を明瞭に観察することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

上記支持フレーム 3 2 の例えば左上角部には磁石 3 6 が嵌め込まれており、この表示部 8 9 が閉じられた際に、上記本体 2 1 の背面側に配設された磁石 2 8 と吸着し合い、不用意に表示部 8 9 が開いてしまうのを妨げながら、手などで回転力を加えた際には容易に開くように構成されている。

40

【 0 0 3 5 】

また、このデジタルカメラ 1 には、撮影した画像データを記憶するためのメモリカード 3 9 が着脱自在に装着され得るようになっている。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、デジタルカメラ 1 の主として電氣的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 7 】

50

このデジタルカメラ 1 は、ズームレンズ 4 4 とシャッタ 4 5 と絞り 4 6 と A F レンズ 4 7 とを内蔵する上記レンズ鏡筒 2 2 と、上記ズームレンズ 4 4 を制御して移動させるズームレンズ制御手段 4 8 と、上記シャッタ 4 5 を制御して駆動するシャッタ制御手段 4 9 と、上記絞り 4 6 を制御して駆動する絞り制御手段 5 0 と、上記 A F レンズ 4 7 を移動させる際の駆動源となる L D モータ 5 4 とこの L D モータ 5 4 を制御して駆動するフォーカスマータ駆動回路 5 2 と上記 A F レンズ 4 7 のレンズ位置を検出するフォーカスレンズ位置検出回路 5 3 とを含んでなるフォーカスレンズ制御手段 5 1 と、複数の像を形成するレンズ 5 6 R , 5 6 L とこれらのレンズ 5 6 R , 5 6 L により形成された複数の像を電気信号に変換する検出手段たるセンサ 5 7 とを含んでなるセンサ部 5 5 からの出力に基づき位相差 A F を行う位相差 A F 手段 5 8 と、被写体に向けて照明光を照射するストロボ発光部 5 9 と、このストロボ発光部 5 9 に発光電力を供給するストロボメインコンデンサ 6 0 と、このストロボメインコンデンサ 6 0 への充電や上記ストロボ発光部 5 9 への放電を後述するサブ C P U 4 2 や位相差 A F 手段 5 8 の出力に基づき制御することにより発光を制御するストロボ充電発光制御手段 6 1 と、上記ズームレンズ制御手段 4 8 、シャッタ制御手段 4 9 、絞り制御手段 5 0 、フォーカスレンズ制御手段 5 1 、位相差 A F 手段 5 8 、ストロボ充電発光制御手段 6 1 から必要に応じて情報等を取得しながらこれらを制御するサブ C P U 4 2 と、上記ズームレンズ 4 4 および A F レンズ 4 7 により結像される被写体像を光電変換して画像信号を出力する撮像素子 6 5 と、この撮像素子 6 5 における撮像領域を指定するための撮像領域指定手段 6 6 と、上記撮像素子 6 5 から出力されるアナログの画像信号をデジタルの画像データに変換する A / D 回路 6 7 と、この A / D 回路 6 7 の出力に基づいて上記撮像素子 6 5 のゲイン調整を行う信号レベル制御手段 6 8 と、上記 A / D 回路 6 7 から出力される画像データを記憶するメモリ 7 1 と、このメモリ 7 1 に記憶された画像データを画像処理する画像処理回路 7 2 と、この画像処理回路 7 2 により処理された画像データを圧縮する画像圧縮手段 7 3 と、この画像圧縮手段 7 3 により圧縮された画像データを上記メモリカード 3 9 に記録するメモリ I / F 7 4 と、このメモリ I / F 7 4 の制御により画像データを記憶するための上記メモリカード 3 9 と、上記メモリ 7 1 に記憶された画像データを読み出して被写体の輝度を検出する被写体輝度検出手段たる輝度検出手段 7 6 と、この輝度検出手段 7 6 により検出された輝度に基づきフリッカを検出して該フリッカによる影響を受けることのないタイミングを検出するフリッカタイミング検出手段 7 7 と、このフリッカタイミング検出手段 7 7 により検出されたタイミングによって上記撮像素子 6 5 による撮像や A / D 回路 6 7 によるデジタル化を行わせるタイミング発生回路 6 9 と、上記メモリ 7 1 に記憶された画像データを読み出してコントラスト評価値（例えばコントラスト量）を算出するコントラスト評価値算出手段 7 8 と、このコントラスト評価値算出手段 7 8 の出力に基づきコントラスト評価値の微分を算出するコントラスト評価値微分手段 7 9 と、このコントラスト評価値微分手段 7 9 の出力に基づき合焦位置を予想する合焦位置予想手段 8 0 と、上記コントラスト評価値算出手段 7 8 の出力に基づき例えば山登り A F を行うことにより合焦検出を行う合焦検出手段 8 1 と、上記画像圧縮手段 7 3 を介して出力される画像データを表示するために上述した画像表示部材 8 6 を制御する画像表示制御手段 8 5 と、この画像表示制御手段 8 5 により制御されて画像や文字を表示する画像表示部材 8 6 とこの画像表示部材 8 6 の表示面に沿って配置されているタッチパネル 8 8 とを含んでなる表示部 8 9 と、上記タッチパネル 8 8 からの出力に基づき入力信号を生成して出力するタッチパネル入力手段 8 7 と、上記バリア 2 3 を開閉する動作に連動してデジタルカメラ 1 の電源をオン / オフするためのバリアスイッチ、上記リリーススイッチ 2 4 、上記ズームスイッチ 2 7 、上記 P D A パワースイッチ 2 5 、モードスイッチ等を含んでなる操作手段 9 1 と、 U S B (Universal Serial Bus) 端子 9 2 と、この U S B 端子 9 2 を制御するための U S B 制御手段 9 3 と、無線により L A N に接続するための回路である I E E E 8 0 2 . b 回路 9 4 と、この I E E E 8 0 2 . b 回路 9 4 を制御するための I E E E 8 0 2 . b 制御手段 9 5 と、機器同士を無線で接続するための B l u e t o o t h 回路 9 6 と、この B l u e t o o t h 回路 9 6 を制御するための B l u e t o o t h 制御手段 9 7 と、後述するメイン C P U 4 1 を動作させるための処理プログラムや

10

20

30

40

50

このデジタルカメラ 1 に係る各種のデータを記憶する E E P R O M 9 8 と、このデジタルカメラ 1 に電力を供給する電池 9 9 と、上記サブ C P U 4 2 と通信を行って該サブ C P U 4 2 に接続されている各回路を制御するとともに自己に接続されている各回路を含むこのデジタルカメラ 1 全体を制御するメイン C P U 4 1 と、を有して構成されている。

【 0 0 3 8 】

なお、上記撮像素子 6 5、撮像領域指定手段 6 6、A / D 回路 6 7、信号レベル制御手段 6 8、タイミング発生回路 6 9 等により、撮像回路 6 4 が構成されている。

【 0 0 3 9 】

また、上記メモリカード 3 9 は、このデジタルカメラ 1 に対して着脱可能であり、上記電池 9 9 も例えば着脱可能に交換され得ようになっている。

10

【 0 0 4 0 】

そして、この図 4 に示す構成においては、上記図 1 の構成に対し、センサ部 5 5 および位相差 A F 手段 5 8 が補助 A F 手段 2 に、メイン C P U 4 1 が第 1 の合焦距離算出手段 3、測距誤差算出手段 4、第 2 の合焦距離算出手段 5、第 1 のレンズ位置算出手段 6、制御手段 7、停止位置予想手段 1 5 に、撮像素子 6 5 が撮像手段 8 に、フリッカタイミング検出手段 7 7 がフリッカタイミング検出手段 9 に、コントラスト評価値算出手段 7 8 がコントラスト評価値算出手段 1 0 に、A F レンズ 4 7 が A F レンズ 1 1 に、フォーカスレンズ位置検出回路 5 3 がレンズ位置検出手段 1 2 およびレンズ速度検出手段 1 4 に、合焦位置予想手段 8 0 がコントラストピーク位置算出手段 1 3 に、フォーカスマータ駆動回路 5 2 がレンズ制御手段 1 6 に、それぞれ対応している。

20

【 0 0 4 1 】

図 5 はコントラスト A F に用いられる撮像素子の領域を示す図、図 6 は位相差 A F に用いられるラインセンサの領域を示す図である。

【 0 0 4 2 】

まず、位相差 A F を行う際には、図 6 (A) に示すような細長のラインセンサ 1 0 3 を、図 6 (B) の符号 1 0 3 a ~ 1 0 3 g に示すような領域 A ~ G に分割することにより、複数の測距領域について測距を行い、これらの内の最短の距離を示す測距領域に係る測距値と、該測距値の測距誤差と、を考慮して、位相差 A F による測距結果を算出するようになっている。

【 0 0 4 3 】

こうして、位相差 A F により求められた測距値に基づき第 1 のレンズ位置へ繰り出しを行い、さらにコントラスト A F を行うことにより正確な合焦位置である第 2 のレンズ位置を検出して該第 2 のレンズ位置へ繰り出しを行うが、このときには、図 5 に示すように、撮像素子 6 5 の撮像領域 1 0 1 を、上記ラインセンサ 1 0 3 を分割した領域 A ~ G に各対応するように複数の領域 A ~ G (符号 1 0 2 a ~ 1 0 2 g) に分割して、これらの内の上記位相差 A F による測距結果 (つまり最至近) を与えた測距領域について、コントラスト A F を行うようになっている。

30

【 0 0 4 4 】

なお、撮像素子 6 5 は、水平ラインと垂直ラインとを指定することにより任意の画素の読み出しを行うことができるような、例えば C M O S 型のセンサとして構成されていて、この図 5 に示したような領域 A ~ G の何れかのみについて読み出しを行うことが可能となっている。

40

【 0 0 4 5 】

図 7 は位相差 A F の基本的な構成を示す図、図 8 は位相差 A F の出力に基づき第 1 のレンズ位置を求める手順を説明するための図である。

【 0 0 4 6 】

上記センサ部 5 5 は、図 7 に示すように、左右一対に配設されたレンズ 1 0 4 L , 1 0 4 R (図 4 のレンズ 5 6 L , 5 6 R に各対応する) の後方に、上記センサ 5 7 に対応する検出手段たる左用及び右用のラインセンサ 1 0 3 L , 1 0 3 R が各配置されて構成されている。これら一対のレンズ 1 0 4 L , 1 0 4 R 同士の間隔である基線長を D、各レンズ 1 0

50

4 L , 1 0 4 R から各ラインセンサ 1 0 3 L , 1 0 3 R までの光軸方向の距離を f 、レンズ 1 0 4 L , 1 0 4 R から被写体 1 0 7 までの距離を L 、左用のラインセンサ 1 0 3 L 上の被写体像に対する右用のラインセンサ 1 0 3 R 上の被写体像のオフセット量を W とすると、三角形の相似から、 $L : D = f : W$ が成り立つために、被写体距離 L は、

$$L = D \times f / W$$

として求められる。

【 0 0 4 7 】

さらに、上記位相差 A F 手段 5 8 は、各ラインセンサ 1 0 3 L , 1 0 3 R の出力をそれぞれデジタル信号に変換する A / D 手段 1 0 5 L , 1 0 5 R と、これらの A / D 手段 1 0 5 L , 1 0 5 R によって変換されたデジタル信号に基づき、上記数式を用いて被写体距離 L を求める演算手段 1 0 6 と、を有して構成されている。

10

【 0 0 4 8 】

図 8 (A) および図 8 (B) は、コントラストの高い被写体を例に取り、左 (L) 側のラインセンサ 1 0 3 L と右 (R) 側のラインセンサ 1 0 3 R における出力 (A / D 手段 1 0 5 L , 1 0 5 R によりデジタル化された出力) の様子を示す図である。図示のように、同一の被写体であると推測されるコントラストの高い被写体は、左右のラインセンサ 1 0 3 L , 1 0 3 R で結像した位置にシフトが発生していることがわかる。

【 0 0 4 9 】

図 8 (C) は、左 (L) 側のラインセンサ 1 0 3 L の出力に対して、右 (R) 側のラインセンサ 1 0 3 R の出力を順次シフトさせて、各シフト毎に左右の近似度 $F (S)$ を求める様子を示している。

20

【 0 0 5 0 】

ここに、左右の近似度 $F (S)$ は、次の数式 1 に示すように、左 (L) 側のラインセンサ 1 0 3 L の出力から、シフトさせた右 (R) 側のラインセンサ 1 0 3 R の出力を減算して、その絶対値の総和をとることにより求めるようになっている。

【 0 0 5 1 】

【 数 1 】

$$F (S) = | (L - R \text{シフト}) |$$

【 0 0 5 2 】

こうして求めた近似度 $F (S)$ は、例えば図 8 (D) に示すようになり、図示の例ではシフト量が + 3 になったところが近似度 $F (S)$ の値が最も小さく、この例では「 1 」 (図 8 (C) を参照) となっている。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、近似度が最小となる点 (シフト量が + 3 で近似度が 1 である点) と、近似度が小さい方から 3 番目となる点 (シフト量が + 4 で近似度が 1 2 である点) とを第 1 の直線で結び、さらに、この直線の傾きを反転 (つまり符号を反転) し、近似度が小さい方から 2 番目となる点 (シフト量が + 2 で近似度が 1 1 である点) にこの符号を反転させた傾きの第 2 の直線を引き、第 1 の直線と第 2 の直線との交点を求めると、この交点のシフト量が、ばらつきを考慮しないシフト量 S_0 であって、第 1 の合焦距離に対応している。

【 0 0 5 4 】

40

さらに、近似度 $F (S)$ の平均値を求め、この平均値と上記シフト量 S_0 における近似度との間の 0 . 3 倍を近似度に係るばらつきの範囲として設定する。そして、このばらつきの範囲を示す横の点線と上記第 2 の直線との交点が、ばらつきを考慮したシフト量 S_1 となり、このシフト量 S_1 に対応する被写体距離が第 2 の合焦距離となる。従って、この第 2 の合焦距離に対応する A F レンズ 4 7 のレンズ位置を求めることにより、それが第 1 のレンズ位置となる。

【 0 0 5 5 】

ただし、 S_0 と S_1 の差が所定量 S_{cnt} よりも小さい場合、つまり、

$$| S_1 - S_0 | < S_{cnt}$$

となる場合には、上記 S_1 を採用する代わりに、 $S_1 = S_0 - S_{cnt}$ を新たに S_1 として

50

採用して、ばらつきに最低限のリミットを設け、第1のレンズ位置を求めるようにする。

【0056】

また、図9はアクティブAFの基本的な構成を示す図、図10はアクティブAFの出力に基づき第1のレンズ位置を求める手順を説明するための図である。

【0057】

上述では位相差AFにより第1のレンズ位置を求めたが、これに代えて、アクティブAFにより第1のレンズ位置を求めることも可能である。

【0058】

まず、図9を参照して、アクティブAFによる補助AF手段の構成の概要を説明する。

【0059】

アクティブAFによる測距を行う際には、発光制御手段111の制御により、赤外LED110が発光するようになっている。発光された赤外光は、第1のレンズ112を介して被写体107に投射される。

【0060】

照射された被写体107により反射された赤外光は、上記第1のレンズ112に対して所定の基線長Dだけ離間して配設された第2のレンズ113を介して、PSD114に集光される。

【0061】

このPSD114上において、反射された赤外光の集光位置を検出することにより、すなわち、無限遠被写体の結像位置からのずれ量(オフセット量)Wを検出することにより、被写体距離を算出することができる。このオフセット量Wに係る情報を含むPSD114からの出力信号は、受光位置検出手段115に入力されてデジタル信号に変換するなどの処理が行われてから、演算手段116において被写体距離が計算されるようになっている。

【0062】

このとき、一对のレンズ112, 113同士の間隔である基線長をD、レンズ113からPSD114までの光軸方向の距離をf、レンズ112から被写体107までの距離をL、無限遠の被写体像に対する実際の被写体像のオフセット量をWとすると、被写体距離Lは、上述した位相差AFのときと全く同様に、

$$L = D \times f / W$$

として求められる(三角AF)。

【0063】

さらに、このアクティブAFにおいては、PSD114により受光した赤外光の光量を検出することにより、光量に応じた被写体距離も求めるようになっている(光量AF)。

【0064】

図10(A)は、三角AFおよび光量AFを行って通常の結果が得られたときの様子を示す線図である。

【0065】

この線図においては、三角AFを行ったときの出力値と距離(の逆数)との関係が実線f0により示され、その測距誤差の範囲が点線f1, f2に囲まれた範囲となっている。また、光量AFによる誤差範囲が1点鎖線f3, f4に囲まれた範囲となっている。図示のように三角AFの誤差は遠距離側においてやや拡大する傾向にある一方、光量AFの誤差は近距離側において拡大する傾向となっている。

【0066】

なお、この線図においては、測距値が同じである場合には、三角AFの出力値と光量AFの出力値とが同じとなるようにスケールされている。

【0067】

投光した赤外光の大半が被写体107に照射され反射された後に、PSD114に戻ってくる通常の場合の例を示すのが、この図10(A)である。

【0068】

10

20

30

40

50

図示のように、三角 A F によって求められる誤差を含んだ距離範囲 D R 1 と、光量 A F によって求められる誤差を含んだ距離範囲 D R 2 と、は互いに重なっている。

【 0 0 6 9 】

このとき本実施形態においては、三角 A F によって予想される被写体距離範囲 D R 1 の無限側（点線 f 1 と三角 A F 出力値との交点であって繰り出し量が小となる第 1 の距離）と、光量 A F によって予想される被写体距離範囲 D R 2 の無限側（1 点鎖線 f 3 と光量 A F 出力値との交点であって繰り出し量が小となる第 2 の距離）と、の平均をとることにより第 3 の距離 D T 2 を求め、これを第 1 のレンズ位置に対応させるようになっている。

【 0 0 7 0 】

上述したように、A F レンズ 4 7 を遠距離側から駆動する際に、合焦位置を過ぎることなく漸近して行くためには、第 1 のレンズ位置として、合焦可能な領域内の遠距離側を選択する必要がある。

10

【 0 0 7 1 】

このとき、遠距離では点線に示すように三角 A F の誤差が大きく、近距離では 1 点鎖線に示すように光量 A F の誤差が大きいため、両方の無限側を比較してこれらの内のより無限側にある方を単純に選択してしまうと、第 3 の距離が非常に無限側になって合焦位置から離れてしまうことになる。従って、ここではこれらの平均をとることにより、合焦位置に近い範囲内で無限側にあるような妥当な距離を求めている。

【 0 0 7 2 】

一方、図 1 0 (B) は、三角 A F および光量 A F を行った結果が重なり合わないときの様子を示す線図である。

20

【 0 0 7 3 】

この例においては、三角 A F により推定される合焦可能性のある距離範囲 D R 1 よりも、光量 A F により推定される合焦可能性のある距離範囲 D R 2 のほうがずっと遠距離側となっており、互いに重畳する部分はない。

【 0 0 7 4 】

このような結果は、例えば、投光した赤外光が被写体に一部しか照射されなかった場合や、あるいは、被写体の反射率が想定される平均的な反射率よりも大き過ぎたり小さ過ぎたりする場合などに得られると考えられる。

【 0 0 7 5 】

このような場合であっても、上述と同様に、三角 A F によって予想される被写体距離範囲 D R 1 の無限側（点線 f 1 と三角 A F 出力値との交点であって繰り出し量が小となる第 1 の距離）と、光量 A F によって予想される被写体距離範囲 D R 2 の無限側（1 点鎖線 f 3 と光量 A F 出力値との交点であって繰り出し量が小となる第 2 の距離）との平均をとって第 3 の距離 D T 2 を求めるようにすれば、妥当な距離を求めることが可能となっている。

30

【 0 0 7 6 】

図 1 1 は、フリッカの影響を極力受けることのないようにコントラスト A F を行うための、撮像素子の積分タイミング等を示すタイミングチャートである。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 (A) に示すように、蛍光灯などの商用電源による照明には、該商用電源が交流であることに起因して、その半周期毎に輝度が変動するものがある。商用電源の周期は、5 0 H z または 6 0 H z の何れかである場合が多く、これらの場合について輝度の変動する周期を計算すると、次のようになる。

40

・ 5 0 H z の場合の周期： $1000 / 50 / 2 = 10.0 \text{ m S}$

・ 6 0 H z の場合の周期： $1000 / 60 / 2 = 8.333 \text{ m S}$

【 0 0 7 8 】

従って、輝度がピークとなるタイミング t p 同士の時間間隔は、これらの周期の何れかになる場合が多いと考えられる。

【 0 0 7 9 】

被写体輝度検出手段たる輝度検出手段 7 6 により、フリッカの影響を受けた被写体の輝度

50

を検出したときに、例えば図 1 1 (A) に示したようになったものとする。

【 0 0 8 0 】

この輝度検出手段 7 6 により検出された被写体輝度の変化に基づき、フリッカ検出手段と安定タイミング検出手段とを兼ねたフリッカタイミング検出手段 7 7 が、周期的なフリッカを検出して、該フリッカの影響を受けることなく被写体輝度を安定して検出することができる安定タイミングを検出するようになっている。

【 0 0 8 1 】

すなわち、この図 1 1 (A) に示すように、輝度の変化は、ピークとなるタイミング t_p 付近で最も緩やかであるために、撮像素子 6 5 によりコントラスト A F を行うときの積分期間が、この輝度変化の緩やかな部分に一致するように行うことが望ましい。このためのタイミングを示すのが図 1 1 (B) である。

10

【 0 0 8 2 】

図 1 1 (B) は、撮像素子 6 5 における上記図 5 に示した領域 A ~ G の内の、選択された何れかの測距領域における各画素の積分期間を示している。

【 0 0 8 3 】

選択された測距領域における各画素の積分開始タイミングは、図示のように画素毎に少しずつずれており、各画素について同一期間だけ積分を行った後に、それぞれが異なるタイミングで積分を終了して読み出されるようになっている。

【 0 0 8 4 】

このとき、選択領域内において最も早く積分が開始された画素の積分開始タイミングと、該選択領域内において最も遅く積分が終了した画素の積分終了タイミングと、の中間にフリッカ輝度のピークタイミング t_p が位置するように積分を行うよう制御することで、フリッカによる輝度変化の影響を最小限に抑制するようにしている。

20

【 0 0 8 5 】

さらに、上記フォーカスレンズ位置検出回路 5 3 内に設けられていて、A F レンズ 4 7 が繰り出されるのに応じてパルスを出力する L D P I (レンズドライブフォトインタラプタ) のカウント値を、図 1 1 (C) に示すように、このピークタイミング t_p において求めるようにしている。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 は、フリッカに対応して読み出される撮像素子 6 5 の出力に基づき、測距計算やレンズ繰り出しを行うタイミングを示すタイミングチャートである。

30

【 0 0 8 7 】

時間軸方向のスケールはやや異なるものの、図 1 2 (A) は上記図 1 1 (A) と、図 1 2 (B) は上記図 1 1 (B) と、図 1 2 (C) は上記図 1 1 (C) と、それぞれほぼ同一の出力等を示している。

【 0 0 8 8 】

また、撮像素子 6 5 から読み出された測距領域の信号に基づいて、図 1 2 (D) に示すようなタイミングで測距計算を行うとともに、測距結果と読み出した L D P I のカウント値とから A F レンズ 4 7 を繰り出すパルス数を更新して、更新されたパルス数に基づき図 1 2 (E) に示すようなタイミングでフォーカスマータ駆動回路 5 2 が L D モータ 5 4 を制御することにより、レンズ繰り出しが行われる。

40

【 0 0 8 9 】

このような制御を行ったときの A F レンズ 4 7 の繰り出し量の一例を示すのが図 1 2 (F) である。

【 0 0 9 0 】

図示の例においては、最初は位相差 A F により検出された第 1 のレンズ位置に向けて等速でレンズ繰り出しを行っているが、該第 1 のレンズ位置に近づいたところで一旦減速している。このような動作を行っている間にコントラスト A F により第 2 のレンズ位置が検出されるために、再びやや加速して繰り出し、該第 2 のレンズ位置に近づいたところでまた減速している。

50

【 0 0 9 1 】

なお、ここではフリッカの周期毎にコントラスト A F による測距計算を行っているが、例えば撮像素子 6 5 の測距領域の画素数が多い場合などには該フリッカ周期よりも長い時間を測距計算に要することがあり得る。このような場合には、フリッカ周期の適宜の整数倍を周期として、コントラスト A F を行うようにすれば良い。

【 0 0 9 2 】

図 1 3 は、L D P I のパルス数に対する A F レンズ 4 7 の繰り出し量の関係および A F スイッチの変化タイミングを示すタイミングチャートである。

【 0 0 9 3 】

A F レンズ 4 7 が最も繰り込んだ位置にあるときに、上記 L D モータ 5 4 に駆動パルスの供給を開始すると、図 1 3 (A) に示すように、あそびの部分を経た後に、A F レンズ 4 7 が実際に繰り出し始められる。

10

【 0 0 9 4 】

A F レンズ 4 7 が、ある程度まで繰り出されると、図 1 3 (B) に示すように、上記フォーカスレンズ位置検出回路 5 3 に設けられた A F スイッチ (A F S W) が、ロー (L) からハイ (H) に変化する。A F スイッチが変化したこの位置が、A F レンズ 4 7 を繰り出す際の基準位置となる。

【 0 0 9 5 】

この基準位置から所定のリセットパルス数 R S T _ P L S だけ繰り出したところが無限位置となり、この無限位置からさらに目標パルス数 M _ P L S だけ繰り出したところが目標位置となる。

20

【 0 0 9 6 】

また、この目標位置を過ぎてさらに繰り出しを行うと、至近位置を経て、機構的にそれ以上は A F レンズ 4 7 を繰り出すことができない位置に到達して、多少のあそびの部分を経た後に、それ以上は L D モータ 5 4 を駆動することができない状態になる。

【 0 0 9 7 】

このように、A F スイッチが変化する位置を基準として無限位置を決定し、この無限位置からの目標パルス数を与えることにより、目標位置に到達するようになっている。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 は、合焦位置付近における A F レンズ 4 7 の繰り出し量とコントラスト量 (A F 評価値) との関係を示す線図である。

30

【 0 0 9 9 】

コントラスト量は、合焦位置から無限側および至近側に離れるに従って小さな値をとり、合焦位置においてピーク (極大) となるようなカーブをなす。レンズ繰り出しを行ってこのようなカーブ上を辿る際の、上述したフリッカの輝度ピークを与えるピークタイミング t_p に合わせた撮像素子 6 5 の積分タイミングを丸印で付している。

【 0 1 0 0 】

図示のように、カーブに沿った領域 R 1 においては、最初は高速な所定の繰り出し速度で A F レンズ 4 7 が繰り出されているが、位相差 A F に基づき算出された第 1 のレンズ位置に近づくと、繰り出し速度がやや遅くなって丸印の間隔が少し狭くなっている。

40

【 0 1 0 1 】

その後のカーブに沿った領域 R 2 においては、第 1 のレンズ位置にさらに近接するに従って、繰り出し速度がゆっくりになって停止しかかっている。

【 0 1 0 2 】

丸印を付したタイミングにおいて行われたコントラスト A F により、第 2 のレンズ位置が算出されると、目標が更新されるために、カーブに沿った領域 R 3 に示すように、再びやや加速され、第 2 のレンズ位置に向かうにつれて再び減速してコントラスト量のピークとなる第 2 のレンズ位置に到達したところで A F レンズ 4 7 の駆動を停止するようになっている。

【 0 1 0 3 】

50

なお、第2のレンズ位置は、丸印に示したようにコントラストAFを行う毎に更新されて、より高い精度で合焦位置を設定するようになっている。

【0104】

図15はLDPIのパルス幅が示すレンズ速度のときにどのくらいの繰り出し量でAFレンズ47が停止するかを示す線図、図16は目標位置に到達するまでのレンズ速度の変化の様子を示す線図、図17はレンズ繰り出しを開始してから目標位置に到達するまでのレンズ速度の変化の様子を示す線図である。

【0105】

LDモータ54は、単位時間あたりに印加されるパルス数が多ければ速い速度で回転し、逆に、パルス数が少なければ遅い速度で回転するために、パルス幅とレンズ速度とは逆比例する関係にある。

10

【0106】

従って、図15においては、縦軸方向の座標が大きい(つまりパルス幅が大きい)ほどレンズ速度が遅く、縦軸方向の座標が小さい(つまりパルス幅が小さい)ほどレンズ速度が早いことを示している。

【0107】

このとき、予想パルス制御を行ったときの狙いの繰り出し量は、実線で示すような曲線を中心として点線で示すような2本の曲線に挟まれる程度の範囲となる。この曲線は、当然にして、レンズ速度が遅いときには繰り出し量が小さく(LDPIパルス数が少ない)、レンズ速度が速いときには繰り出し量が大きい(LDPIパルス数が多い)曲線となっていて、運動エネルギーが速度の2乗に比例するのを反映し、図示のようなカーブの曲線となっている。

20

【0108】

また、下側の点線で示すカーブの下の領域は、LDモータ54をモータブレーキのみにより制御したときの停止するまでの繰り出し量に係る領域、一方、上側の点線で示すカーブの上の領域は、LDモータ54をモータオープン制御したときの停止するまでの繰り出し量に係る領域となっている。

【0109】

このようなレンズ速度と繰り出し量との関係を有するAFレンズ47を実際に停止させるときの制御例を示すのが図16である。この図16においては、レンズ速度に対する停止までのパルス数が左側に、移動パルス数とレンズ速度との関係が右側に、それぞれ示されている。

30

【0110】

目標位置に停止するためには、右側の実線で示すような制御を行うのが理想であるが、実際には点線に示すように目標位置に到達するまでの残りパルス数と現在のレンズ速度とを見比べながら、モータオープン制御やモータブレーキ制御を行って調整しながら停止を行う。

【0111】

点線で示す実際の制御曲線上における図示の点Aを例にとると、次のように制御を行うことになる。

40

【0112】

まず、点Aの基準位置から繰り出したパルス数をCT_PLSとし、さらに該点Aにおけるレンズ速度を v_A とする。

【0113】

この点Aにおける目標位置までの残りパルス数は、基準位置から目標位置までのパルス数が上記図13(A)に示したように、 $M_PLS + RST_PLS$ であることから、 $M_PLS + RST_PLS - CT_PLS$ となる。

【0114】

一方、レンズ速度 v_A のときに理想の制御を行った場合に予想される停止までのパルス数は、図16の左側を参照すればわかるように、 Y_PLS であり、オープン制御をした場

50

合にはこれに加えてOPN_PLSだけのパルス数が増加する。

【0115】

従って、これらと比較することにより、つまり次の量、

$Y_PLS - (M_PLS + RST_PLS - CT_PLS) + OPN_PLS$

を評価することにより、現在のレンズ位置およびレンズ速度で目標位置に停止するか、目標位置の手前で停止するか、目標位置を越えて停止するかを予想することが可能である。

【0116】

この図16に示す例においては、

$Y_PLS - (M_PLS + RST_PLS - CT_PLS) + OPN_PLS < 0$

となる（すなわち、実線で示すような理想の制御を行った場合よりも、点Aはレンズ速度が小さい）ために、目標位置よりも手前で停止してしまうと予想される。そこで、LDモータ54を正転させて、理想の制御に沿うように調整を行うことになる。

10

【0117】

こうして、最も繰り込んだ位置からAFレンズ47を繰り出して目標位置に停止しようとするときの、繰り出し量に対するレンズ速度の変化の様子の一例を示すのが図17である。この図17においては、理想の制御が点線で示され、実際の制御が実線で示されていて、狙いとする理想の制御曲線に対して、ある程度の幅をもちながら実際の制御が行われている。

【0118】

図18および図19は、デジタルカメラ1のメイン動作を示すフローチャートである。

20

【0119】

上述したように、このデジタルカメラ1は、バリア23が開いているときはカメラとして機能し、バリア23が閉じているときにPDAパワースイッチ25がオンされるとPDAとして機能するように構成されていて、ここではカメラとして動作するときの流れについて説明する。

【0120】

すなわち、この動作が開始されると、まず、バリア23が開になっているか否かを判断する（ステップS1）。

【0121】

ここで、バリア23が閉じられている場合には、レンズ鏡筒22が沈胴しているか否かを判断し（ステップS2）、沈胴していない場合には、レンズ鏡筒22をズーム駆動して沈胴させ収納状態にする処理を行い（ステップS3）、LCD35の表示をオフにする（ステップS4）。そして、このステップS4が終了するか、上記ステップS2においてレンズ鏡筒22が沈胴している場合には、このデジタルカメラ1の動作を停止する。

30

【0122】

また、上記ステップS1において、バリア23が開いている場合には、ズームをワイドにして撮影可能状態にしてから（ステップS5）、4分タイマをスタートさせる（ステップS6）。

【0123】

そして、バリア23が開のままであるかを判断し（ステップS7）、閉じになっている場合には上記ステップS3へ行く。

40

【0124】

また、バリア23が開のままである場合には、レリーズスイッチ24が操作されたか否かを判断する（ステップS8）。

【0125】

ここで、レリーズスイッチ24が操作されている場合には、撮像を行うための一連の処理を行う。

【0126】

すなわち、まず撮像回路64をオンにして（ステップS9）、サブCPU42へ外光測距（つまり、上記例においては位相差AFによる測距）要求を出力し（ステップS10）、

50

上記信号レベル制御手段 6 8 により撮像素子 6 5 のゲイン調整 (測光) を行う (ステップ S 1 1)。

【0127】

次に、上記フリッカタイミング検出手段 7 7 により商用周波数の輝度変化を測定して、測距タイミングを決定する (ステップ S 1 2)。

【0128】

そして、メイン CPU 4 1 は、サブ CPU 4 2 から外光測距情報を入手して (ステップ S 1 3)、測距しながらピント合わせを行うサブルーチン「LDRIV_M」を実行する (ステップ S 1 4)。このサブルーチンの詳細については、後述する。

【0129】

続いて、撮像素子 6 5 により撮像を行い (ステップ S 1 5)、上記画像処理回路 7 2 により得られた画像データに関して欠陥画素の補正を行うとともに (ステップ S 1 6)、ホワイトバランス補正を行った後に (ステップ S 1 7)、上記画像圧縮手段 7 3 により画像データ圧縮を行う (ステップ S 1 8)。

【0130】

そして、画像表示をオンにして上記表示部 8 9 に画像を表示するとともに (ステップ S 1 9)、圧縮された画像ファイルをメモリ I/F 7 4 を介してメモリカード 3 9 に保存する (ステップ S 2 0)。

【0131】

その後、撮像駒数をカウントアップし (ステップ S 2 1)、4 分タイマをスタートするとともに (ステップ S 2 2)、画像表示用の 1 0 秒タイマを再スタートする (ステップ S 2 3)。

【0132】

また、上記ステップ S 8 において、リリーススイッチ 2 4 が操作されていない場合には、次に、ズームアップ (ZU) スイッチまたはズームダウン (ZD) スイッチが操作されたか否かを判断し (ステップ S 2 4)、何れかが操作されている場合には、該操作に応じてズーム制御を行い (ステップ S 2 5)、上記ステップ S 2 2 へ行く。

【0133】

ズームアップスイッチとズームダウンスイッチの何れも操作されていない場合には、次に、モードスイッチが操作されたか否かを判断し (ステップ S 2 6)、操作されている場合には、その操作に応じてモード変更を行い (ステップ S 2 7)、上記ステップ S 2 2 へ行く。

【0134】

ここで、モードスイッチが操作されていない場合には、次に、画像表示スイッチが操作されているか否かを判断し (ステップ S 2 8)、操作されている場合には、画像表示を行い (ステップ S 2 9)、上記ステップ S 2 2 へ行く。

【0135】

また、画像表示スイッチが操作されていない場合には、次に、画像アップダウンスイッチが操作されたか否かを判断し (ステップ S 3 0)、操作されている場合には、その操作に応じて、1 つ前、または 1 つ後の撮影画像を表示し (ステップ S 3 1)、上記ステップ S 2 2 へ行く。

【0136】

一方、画像アップダウンスイッチが操作されていない場合、または、上記ステップ S 2 3 が終了した場合には、画像表示時間の 1 0 秒が経過したかを判断して (ステップ S 3 2)、経過している場合には画像表示をオフし (ステップ S 3 3)、画像表示用の 1 0 秒タイマを停止してから (ステップ S 3 4)、また、画像表示時間の 1 0 秒が経過していない場合にはそのまま、4 分が経過したか否かを判断する (ステップ S 3 5)。

【0137】

ここで、まだ 4 分に満たない場合には上記ステップ S 7 へ行き、一方、4 分が経過している場合には、ズームをワイドにする処理を行い (ステップ S 3 6)、表示部 8 9 の表示を

10

20

30

40

50

オフにして(ステップS37)、このデジタルカメラ1の動作を停止する。ここでの動作停止は、クロック(原振)も停止して、消費電流をほぼ0となるようにする処理を行う。また、この停止状態からは、バリア23が操作されたり、電池99を脱着されたときに復帰するようになっている。

【0138】

次に、図20および図21は、測距しながらピント合わせを行うときのサブルーチン「LDRIV_M」の詳細を示すフローチャートである。

【0139】

このサブルーチンは、大まかに行って、フリッカ検出用のゲイン調整を行い(ステップS41~ステップS46)、フリッカの輝度振動の少ないタイミングを検出し(ステップS47~ステップS63)、AFスイッチが変化するまでの制御(AFのコントラストを測定)を行い(ステップS64~ステップS71)、その後にコントラスト検出によるフィードバック制御(カーブ制御)を行って(ステップS72~ステップS85)、AFレンズを所望の位置に停止させるものであり、実際のレンズ制御はサブCPU42により行われる。

10

【0140】

すなわち、動作が開始されると、まず、AF領域の露光時間(積分期間)が1msより小さいか否かを判断し(ステップS41)、大きい場合には上記信号レベル制御手段により撮像素子65のゲインを上げて露光時間(積分期間)が1ms以内に収まるようにする(ステップS42)。

20

【0141】

次に、タイミング合わせ用タイマ(AFタイマ)をスタートさせて(ステップS43)、上記撮像領域指定手段66により指定されたAF領域について撮像を行う(ステップS44)。

【0142】

そして、AF領域の輝度を合計して、AF_SUM(n)に代入し(ステップS45)、nが25に達したか否か、つまり、25回撮像を繰り返して行ったか否かを判断する(ステップS46)。

【0143】

ここで、25回に満たない場合には、上記ステップS44へ行って上述したようなAF領域の撮像を繰り返し、25回に達したところで、サブCPU42へレンズ制御の開始要求を送信する(ステップS47)。

30

【0144】

そして、輝度の変動の割合を、次の数式2に示すように算出して、AF_HENKAに代入する(ステップS48)。

【0145】

【数2】

$$AF_HENKA = \frac{|AF_SUM(n) - AF_SUM(n)の平均|}{AF_SUM(n)}$$

ここに、和()は変数nについてとっている。

【0146】

そして、算出したAF_HENKAが所定値よりも大きいか否かを判断し(ステップS49)、所定値以下である場合には、AFタイマを9.167msでパルス出力するように設定する(ステップS63)。

40

【0147】

また、所定値よりも大きい場合には、AF領域の輝度変化率を次の数式3に示すように算出して、AF_SUM_D(n)に代入する(ステップS50)。

【0148】

【数3】

$$AF_SUM_D(n) = \{AF_SUM(n+1) - AF_SUM(n)\} / AF_SUM(n)$$

【0149】

50

次に、 n が24に達したか否かを判断し(ステップS51)、まだ24に達していない場合には、このステップS50の処理を繰り返して行う。

【0150】

こうして、 n が24に達したところで、変数 m に1を設定してから(ステップS52)、 $AF_SUM_D(n) = 0$ かつ $AF_SUM_D(n+1) = 0$ が満たされているか否かを判断する(ステップS53)。

【0151】

ここで、満たされている場合には、輝度のピークタイミングを次の数式4に示すように算出して、 $T_AF_PK(m)$ に代入する(ステップS54)。

【0152】

【数4】

$$T_AF_PK(m) = n + AF_SUM_D(n) / \{AF_SUM_D(n+1) - AF_SUM_D(n)\}$$

【0153】

そして m をインクリメントする(ステップS55)。

【0154】

このステップS55が終了するか、または上記ステップS53が満たされていない場合には、 n が24に達したか否かを判断し(ステップS56)、まだ24に達していない場合には、上記ステップS52へ行って、上述したような処理を繰り返して行う。

【0155】

こうして、 n が24に達したところで、 $T_AF_PK(n+1) - T_AF_PK(n)$ が 10.0ms とほぼ等しいか否か、つまり周波数 50Hz の周期の半分にほぼ等しいか否かを判断し(ステップS57)、ほぼ等しい場合には、AFタイマカウント値が(10.0ms の倍数 - AFの撮像時間(積分期間)の半分)の時間になるまで待ってから(ステップS58)、AFタイマを 10.0ms でパルス出力するように設定する(ステップS59)。

【0156】

また、上記ステップS57において、 10.0ms と異なる場合には、次に、 $T_AF_PK(n+1) - T_AF_PK(n)$ が 8.333ms とほぼ等しいか否か、つまり周波数 60Hz の周期の半分にほぼ等しいか否かを判断する(ステップS60)。

【0157】

ここで、ほぼ等しい場合には、AFタイマカウント値が(8.333ms の倍数 - AFの撮像時間(積分期間)の半分)の時間になるまで待ってから(ステップS61)、AFタイマを 8.333ms でパルス出力するように設定する(ステップS62)。

【0158】

一方、上記ステップS60において、 8.333ms と異なる場合には、上記ステップS63へ行って、上述したように、AFタイマを 9.167ms でパルス出力するように設定する。なお、この 9.167ms は、 10.0ms と 8.333ms との平均値となっている。

【0159】

こうして、上記ステップS59、ステップS62、ステップS63の何れかによりAFタイマの設定が行われたら、変数 n を0にセットしてから(ステップS64)、AF領域の撮像(積分)を開始する(ステップS65)。

【0160】

そして、撮像(積分)の中間のタイミングであるか否かを判断して(ステップS66)、そうである場合には、サブCPU42からCT_PLS(無限位置から繰り出したパルス数)を受信して、それをCT_PLS(n)に代入する(ステップS67)。

【0161】

このステップS67が終了するか、あるいは上記ステップS66において撮像(積分)の中間のタイミングでないと判断された場合には、AF領域の撮像が終了したか否かを判断し(ステップS68)、終了するまでは上記ステップS65へ行ってAF領域の撮像を継

10

20

30

40

50

続して行う。

【0162】

こうして、AF領域の撮像が終了したと判断されたところで、コントラストの評価値をAF_CON(n)に代入し(ステップS69)、AFタイマ出力が反転したかを判断する(ステップS70)。

【0163】

ここで反転した場合には、上記ステップS65へ行って上述したような処理を繰り返して行い、一方、反転していない場合には、CT_PLSが正であるか否か、つまりAFスイッチが変化したか否かを判断する(ステップS71)。

【0164】

変化するまでは、上記ステップS70へ行き、また、変化した場合には、次に、AFタイマ出力が反転するまで待機する(ステップS72)。

【0165】

こうして、タイマ出力が反転したことが確認されたところで、nをインクリメントしてから(ステップS73)、AF領域の撮像(積分)を開始する(ステップS74)。

【0166】

そして、撮像(積分)の中間のタイミングになったか否かを判断して(ステップS75)、中間のタイミングになったところで、サブCPU42からCT_PLSを受信して、それをCT_PLS(n)に代入する(ステップS76)。

【0167】

このステップS76が終了するか、あるいは上記ステップS75において、撮像(積分)の中間のタイミングでない場合には、AF領域の撮像が終了したか否かを判断し(ステップS77)、終了するまでは上記ステップS74へ行って上述したような処理を繰り返して行う。

【0168】

こうして、AF領域の撮像が終了した場合には、コントラスト評価値算出手段78によりコントラストの評価値を計算して、それをAF_CON(n)に代入し(ステップS78)、予想される合焦パルス数を計算して、それをM2_PLS(n)に代入する(ステップS79)。

【0169】

そして、M2_PLS(n)がM1_PLSよりも大きいかが否かを判断して(ステップS80)、大きくない場合には、AFタイマ出力が反転するのを待機し(ステップS84)、反転したところで上記ステップS73へ行って上述したような処理を行う。

【0170】

また、M2_PLS(n)がM1_PLSよりも大きい場合には、次の数式5によりZZを算出する(ステップS81)。

【0171】

【数5】

$$ZZ = M2_PLS(n) - (RST_PLS + CT_PLS + OPN_PLS)$$

【0172】

そして、算出したZZが0以下であるかを判断し(ステップS82)、0よりも大きい場合には、M2_PLS(n)をサブCPU42へ送信してから(ステップS83)、上記ステップS84へ行ってAFタイマの出力が反転するのを待機する。

【0173】

このように、フリッカの安定したタイミングを測るためのタイマであるAFタイマに合わせてコントラストAFによる測距を行い、新しく算出した予想の合焦パルス数M2_PLS(n)をサブCPU42に送ってフィードバック制御を行うようになっている。

【0174】

また、上記ステップS82において、ZZが0以下になっている場合には、LD制御終了コードをサブCPU42へ送信してから(ステップS85)、このサブルーチンを抜けて

10

20

30

40

50

、上述したメインルーチンに復帰する。

【 0 1 7 5 】

ここで、上記ステップ S 7 9 における予想の合焦パルスを計算する際の原理について、図 2 3 と図 2 4 を参照して説明する。図 2 3 は合焦位置近傍においてコントラスト量を正規分布により近似した曲線等を示す図、図 2 4 は複数のコントラスト A F 結果を用いて合焦位置を算出するための直線 $g(x)$ を示す図である。

【 0 1 7 6 】

まず、A F レンズ 4 7 の駆動量 x に対する、撮像素子 6 5 に結像される被写体像のコントラスト量の変化の仕方が、次の数式 6 に示すように、正規分布の関数 $F(x)$ になるものと仮定（近似）する（図 2 3 参照）。

【 0 1 7 7 】

【 数 6 】

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}x^2}$$

【 0 1 7 8 】

なお、この座標系においては、 $x = 0$ となる点がコントラスト量のピーク、つまり合焦位置となるように設定されている。

【 0 1 7 9 】

次に、この $F(x)$ を微分した関数を $f(x)$ とすると、次の数式 7 により与えられる（図 2 3 参照）。

【 0 1 8 0 】

【 数 7 】

$$f(x) = F'(x) = -x \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}x^2} = -x \cdot F(x)$$

【 0 1 8 1 】

この $f(x)$ を $F(x)$ で割ったものを $g(x)$ とすると、次の数式 8 に示すように合焦位置 $x = 0$ を通る一次関数となる（図 2 3 参照）。

【 0 1 8 2 】

【 数 8 】

$$g(x) = \frac{f(x)}{F(x)} = \frac{-x \cdot F(x)}{F(x)} = -x$$

【 0 1 8 3 】

従って、この $g(x)$ を通る 2 点を求めることにより、この $g(x)$ を決定することができ、決定した $g(x)$ を用いれば合焦位置を算出することが可能となる。

【 0 1 8 4 】

ただし、 $g(x)$ の分母である $F(x)$ は、 x の絶対値が大きくなると急速に小さくなってしまいうために、誤差が増大すると考えられる。そこで、 $F(x)$ の変曲点（つまり、 $f(x)$ のピーク（極大）位置）となる $x = a_0$ を過ぎたところで、 $g(x)$ を決定するための 2 点 a_1 , a_2 を求めるようにして、誤差を抑制するようにしている。すなわち、必要な精度で $g(x)$ を算出するためにはコントラスト評価値に係る $F(x)$ がピークとなる $x = 0$ の近傍において算出することが望ましく、このような近傍の範囲として、ここでは上記 $g(x)$ の極大値と極小値との間を採用している。

【 0 1 8 5 】

10

20

30

40

50

また、上記駆動量 x は、具体的には、例えばパルス駆動したときのパルス数が該当する。

【0186】

図22は、上記図21のステップS79における予想の合焦パルスを計算する処理を示すフローチャートである。

【0187】

この動作が開始されると、繰出パルスの配列 $P(m)$ とコントラストの配列 $F(m)$ とを作成する(ステップS91)。すなわち、変数 m をインクリメントして、取得した繰出パルス $CT_PLS(n)$ を $P(m)$ に代入するとともに、取得したコントラスト $AF_CON(n)$ を $F(m)$ に代入する。このサブルーチンが呼ばれる都度この操作が繰り返されるために、 $P(m)$ と $F(m)$ は配列として作成されることになる。

10

【0188】

同様にして、コントラストの微分の配列 $f(m)$ を、次の数式9に示すように作成する(ステップS92)。

【0189】

【数9】

$$f(m) = \frac{F(m) - F(m-1)}{P(m) - P(m-1)}$$

20

【0190】

さらに、次の数式10に示すように $f(m)$ を $F(m)$ で割ることにより、 $g(m)$ の配列を作成する(ステップS93)。

【0191】

【数10】

$$g(m) = f(m) / F(m)$$

【0192】

そして、 $f(m)$ は自己のピークを既に越えているかをピークフラグが1になっているかにより判断し(ステップS94)、まだ、ピークを越えていない場合には、 $f(m)$ が1つ前の配列要素である $f(m-1)$ よりも小さいか否かを判断することにより、今回計算した $f(m)$ によりピークを越えているかを判断する(ステップS95)。

30

【0193】

ここで、まだ $f(m)$ が $f(m-1)$ 以上である場合には、まだピークを越えていないとしてそのままリターンし、 $f(m)$ が $f(m-1)$ よりも小さい場合には、ピークフラグに1を設定してから(ステップS96)、リターンする。

【0194】

一方、上記ステップS94において、 $f(m)$ がピークを越えていると判断された場合には、次の数式11により直線近似を行って(図24参照)、合焦位置 $M2_PLS(n)$ を算出してから(ステップS97)、その後リターンする。

【0195】

【数11】

$$M2_PLS(n) \leftarrow P(m) + \frac{g(m)}{g(m-1) - g(m)} \times \{P(m) - P(m-1)\}$$

40

【0196】

こうして、コントラスト量を正規分布で近似して、該コントラスト量とコントラスト量の微分との比が直線になるのを利用することにより、合焦位置を的確に算出することができる。

50

【0197】

さらに、微分のピーク位置を過ぎたところで直線近似を行っているために、高い精度で合焦位置を求めることが可能となる。

【0198】

図25および図26は、サブCPU42におけるピント合わせのサブルーチン「LDRI V__SB」の動作を示すフローチャートである。

【0199】

このサブルーチンにおいては、初期値の設定等を行った後に、AFSWがハイ(H)になるまではAFSWから第1のレンズ位置までのパルス数(RST__PLS+M1__PLS)で停止する速度の等速制御を行い(ステップS106~ステップS118)、AFSWがハイ(H)になった後は第2のレンズ位置になるまでカーブ制御を行う(ステップS120~ステップS133)ようになっている。

10

【0200】

このとき、メインCPU41からの通信により第2のレンズ位置が更新された場合には、その更新されたレンズ位置で停止するように制御している。

【0201】

すなわち、この動作が開始されると、上記EEPROM98から、AFスイッチが変化した時点から無限位置までのLDP Iパルス数を読み出して、RST__PLSに代入する(ステップS101)。

【0202】

さらに、EEPROM98からオープン制御するパルス数を読み出して、OPN__PLSに代入する(ステップS102)。

20

【0203】

その後、無限位置から停止までの目標パルス数M__PLSとして、外光測距により求めた無限位置からピント位置までのパルス数M1__PLSを代入して(ステップS103)、さらに、無限位置から繰り出したパルス数CT__PLSに0をセットする(ステップS104)。

【0204】

その後、LDモータ54を正転して(ステップS105)、LDP Iが変化したかを検出する(ステップS106)。

30

【0205】

ここで、LDP Iの変化が検出された場合には、LDP Iパルス幅を測定して、その結果をW__PLSに代入し(ステップS110)、さらに、このW__PLSから停止までのパルス数を予想して、その結果をY__PLSに代入する(ステップS111)。

【0206】

そして、Zを次の数式12により算出する(ステップS112)。

【0207】

【数12】

$$Z = Y_PLS - (RST_PLS + M_PLS)$$

【0208】

こうして、算出したZの値を判断して(ステップS113)、Zが正である場合には、M1__PLSよりも繰り出し過ぎるとして、LDモータ54にブレーキをかける処理を行う(ステップS114)。

40

【0209】

また、上記ステップS113において、Zが0以下で-OPN__PLSよりも大きい場合には、LDモータ54をオープン制御する処理を行う(ステップS115)。

【0210】

さらに、上記ステップS113において、Zが-OPN__PLS以下である場合には、M1__PLSよりも手前で止まり過ぎるとして、(RST__PLS+M__PLS)に応じたモータ電圧を設定してから(ステップS116)、LDモータ54を正転する処理を行う

50

(ステップS117)。

【0211】

一方、上記ステップS106において、LDPIが変化していないと判断された場合には、所定時間LDPIが変化していないかを判断し(ステップS107)、所定時間に達している場合には、モータ電圧を所定電圧だけ上げて設定し(ステップS108)、LDモータ54を正転させる(ステップS109)。こうして、LDPIが変化しない場合には、ここでモータ電圧を所定電圧ずつ段階的に上げて再起動を行っている。

【0212】

上記ステップS107において所定時間内にLDPIが変化した場合、上記ステップS109が終了した場合、または上記ステップS114、ステップS115、ステップS117の何れかが終了した場合には、AFスイッチがロー(L)からハイ(H)に変化したか否かを判定し(ステップS118)、変化するまでは上記106へ行って、上述したような処理を繰り返して行う。

10

【0213】

このようなステップS106からステップS118のループにおいて、CT_PLS要求の割り込みがあった場合には、C_PLS(=0)をメインCPU41に送信する割り込み処理を行うようになっている(ステップS141)。

【0214】

上記ステップS118において、AFスイッチがロー(L)からハイ(H)に変化したことが検出された場合には、CT_PLSカウンタ用カウンタをスタートして(ステップS119)、LDPIが変化したかを検出する(ステップS120)。

20

【0215】

ここで、LDPIの変化が検出された場合には、カウンタのカウント値をCT_PLSに代入するとともに(ステップS124)、LDPIパルス幅を測定して、その結果をW_PLSに代入し(ステップS125)、さらに、このW_PLSから停止までのパルス数を予想して、その結果をY_PLSに代入する(ステップS126)。

【0216】

そして、Zを次の数式13により算出する(ステップS127)。

【0217】

【数13】

$$Z = Y_PLS - (RST_PLS + M_PLS - C_PLS)$$

30

【0218】

こうして、算出したZの値を判断して(ステップS128)、Zが正である場合には、M_PLSよりも繰り出し過ぎるとして、LDモータ54にブレーキをかける処理を行う(ステップS129)。

【0219】

また、上記ステップS128において、Zが0以下で-OPN_PLSよりも大きい場合には、LDモータ54をオープン制御する処理を行う(ステップS130)。

【0220】

さらに、上記ステップS128において、Zが-OPN_PLS以下である場合には、M_PLSよりも手前で止まり過ぎるとして、(RST_PLS + M_PLS - CT_PLS)に応じたモータ電圧を設定してから(ステップS131)、LDモータ54を正転する処理を行う(ステップS132)。

40

【0221】

一方、上記ステップS120において、LDPIが変化していないと判断された場合には、所定時間LDPIが変化していないかを判断し(ステップS121)、所定時間に達している場合には、モータ電圧を所定電圧だけ上げて設定し(ステップS122)、LDモータ54を正転させる(ステップS123)。上述と同様に、ここでは、モータ電圧を所定電圧ずつ段階的に上げて再起動を行っている。

【0222】

50

上記ステップS 1 2 1において所定時間内にLDPIが変化した場合、上記ステップS 1 2 3が終了した場合、または上記ステップS 1 2 9、ステップS 1 3 0、ステップS 1 3 2の何れかが終了した場合には、LD制御終了コードを受信したか否かを判断し(ステップS 1 3 3)、受信するまでは上記ステップS 1 2 0へ行って、上述したような処理を繰り返して行う。

【0223】

このようなステップS 1 2 0からステップS 1 3 3のループにおいて、CT__PLS要求の割り込みがあった場合には、C__PLSをメインCPU 4 1に送信する割り込み処理を行い(ステップS 1 4 2)、M2__PLS要求の割り込みがあった場合には、M2__PLSを受信して(ステップS 1 4 3)このM2__PLSをM__PLSに代入する処理を行い(ステップS 1 4 4)、LD終了要求の割り込みがあった場合には、LD制御終了コードを受信する処理を行う(ステップS 1 4 5)ようになっている。

10

【0224】

上記ステップS 1 3 3において、LD制御終了コードを受信した場合には、LDモータ5 4にブレーキを掛けて(ステップS 1 3 4)、30ms待機し(ステップS 1 3 5)、LDモータ5 4をオープンにしてから(ステップS 1 3 6)、リターンするようになっている。

【0225】

このような実施形態によれば、登り降りをすることなく、コントラスト量のピークに向けて登るだけの一方のレンズ繰出しによりピント合わせを行うことができるために、正確なAF動作を高速に行うことが可能となる。

20

【0226】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0227】

[付記]

以上詳述したような本発明の上記実施形態によれば、以下のごとき構成を得ることができる。

【0228】

(1) 被写体距離を検出する補助AF手段と、
被写体像を光電変換して所定の積分期間だけ積分した後に画像信号として出力する撮像手段と、

30

この撮像手段に結像される被写体像のピントを合わせるためのAFレンズと、
上記撮像手段から出力される画像信号に基づいて該撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値を算出するコントラスト評価値算出手段と、

上記AFレンズのレンズ位置を検出するレンズ位置検出手段と、

このレンズ位置検出手段により検出されたレンズ位置に基づいて上記AFレンズを制御し移動させるレンズ制御手段と、

このレンズ制御手段により上記AFレンズを移動させるのに応じて上記レンズ位置検出手段により検出された複数のレンズ位置と、これら複数のレンズ位置に各対応して上記コントラスト評価値算出手段により算出された複数のコントラスト評価値と、に基づいて、上記撮像手段に結像される被写体像のコントラスト評価値がピークとなるレンズ位置を算出するコントラストピーク位置算出手段と、

40

を具備し、

上記補助AF手段により検出した被写体距離に対応する第1のレンズ位置を算出して、この第1のレンズ位置を目標として上記AFレンズに対する第1のレンズ繰出しを行い、該第1のレンズ繰出しを行っている最中に、画像のコントラスト評価値の算出と、該コントラスト評価値算出時のレンズ位置の検出と、を複数回繰り返し、これらの算出結果及び検出結果に基づき、上記コントラストピーク位置算出手段によりコントラスト評価値がピークとなる第2のレンズ位置を算出し、この第2のレンズ位置を目標として上記AFレンズに対

50

する第2のレンズ繰出しを行うものであることを特徴とするデジタルカメラ。

【0229】

(2) 上記AFレンズの移動速度を検出するレンズ速度検出手段と、
このレンズ速度検出手段により検出された移動速度から上記AFレンズの停止位置を予想する停止位置予想手段と、
をさらに具備し、

上記レンズ制御手段は、目標の繰出し位置と予想停止位置との差に基づいて、AFレンズの制御を行うものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

【0230】

(3) 上記レンズ位置検出手段は、上記コントラスト評価値に係る複数の画素について
の上記撮像手段による積分期間の中間のタイミングで、上記AFレンズのレンズ位置を検出するものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

10

【0231】

(4) 上記補助AF手段は、位相差AFにより被写体距離を検出するものであって、
2つの像を検出する検出手段と、
この検出手段により検出された2つの像の位相に基づいて、第1の合焦距離を求める第1の合焦距離算出手段と、

上記検出手段により検出された2つの像の起伏に基づいて、測距誤差を算出する測距誤差算出手段と、

上記第1の合焦距離と上記測距誤差とに基づいて、合焦の可能性がある範囲内において繰出し量が少ない第2の合焦距離を求める第2の合焦距離算出手段と、

20

を有してなり、

上記第1のレンズ位置は、この第2の合焦距離に基づいて求められるものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

【0232】

(5) 被写体輝度を検出する被写体輝度検出手段と、
この被写体輝度検出手段により検出された被写体輝度の変化から、周期的なフリッカを検出するフリッカ検出手段と、

フリッカの影響を受けることなく、被写体輝度を安定して検出することができる安定タイミングを検出する安定タイミング検出手段と、

30

をさらに具備し、

上記安定タイミング検出手段により検出された安定タイミングに同期して、上記撮像手段による上記コントラスト評価値に係る複数の画素についての積分と、上記レンズ位置検出手段によるレンズ位置の検出と、を行うものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

【0233】

(6) 上記補助AF手段は複数の測距領域について測距を行うことが可能であるとともに、上記撮像手段もこの補助AF手段による複数の測距領域に各対応する複数の測距領域の撮像が可能となるように構成されていて、

上記補助AF手段により上記複数の測距領域に対して測距を行った結果、最至近となる測距領域について、該最至近となる測距領域に対応する撮像手段の測距領域に関して、上記コントラスト評価値に係る複数の画素についての上記撮像手段による積分を行うものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

40

【0234】

(7) 上記コントラストピーク位置算出手段は、
上記第1のレンズ繰出しを行っている最中に複数回に渡って算出または検出されたコントラスト評価値と該コントラスト評価値算出時のレンズ位置との少なくとも2組以上に基づいて、コントラスト評価値がピークとなるレンズ位置である第2のレンズ位置を算出するものであることを特徴とする付記(1)に記載のデジタルカメラ。

【0235】

50

(8) 上記コントラストピーク位置算出手段は、さらに、コントラスト評価値がピークになるレンズ位置の近傍において、レンズ位置に対するコントラスト評価値の変化を正規分布で近似し、この正規分布により該正規分布を微分したものを割った結果に基づき、コントラスト評価値がピークとなるレンズ位置である第2のレンズ位置を算出するものであることを特徴とする付記(7)に記載のデジタルカメラ。

【0236】

(9) 上記コントラスト評価値がピークになるレンズ位置の近傍は、上記正規分布を微分したものの極大値と極小値との間であることを特徴とする付記(8)に記載のデジタルカメラ。

【0237】

【発明の効果】

以上説明したように本発明のデジタルカメラによれば、より高速に正確なAF動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラの概念的な構成を示すブロック図。

【図2】上記実施形態におけるデジタルカメラの外観をレンズ側から示す斜視図。

【図3】上記実施形態におけるデジタルカメラをPDAとして使用する際の外観を示す斜視図。

【図4】上記実施形態におけるデジタルカメラの主として電氣的な構成を示すブロック図

。

【図5】上記実施形態において、コントラストAFに用いられる撮像素子の領域を示す図

。

【図6】上記実施形態において、位相差AFに用いられるラインセンサの領域を示す図。

【図7】上記実施形態における位相差AFの基本的な構成を示す図。

【図8】上記実施形態において、位相差AFの出力に基づき第1のレンズ位置を求める手順を説明するための図。

【図9】上記実施形態におけるアクティブAFの基本的な構成を示す図。

【図10】上記実施形態において、アクティブAFの出力に基づき第1のレンズ位置を求める手順を説明するための図。

【図11】上記実施形態において、フリッカの影響を極力受けることのないようにコントラストAFを行うための、撮像素子の積分タイミング等を示すタイミングチャート。

【図12】上記実施形態において、フリッカに対応して読み出される撮像素子の出力に基づき測距計算やレンズ繰り出しを行うタイミングを示すタイミングチャート。

【図13】上記実施形態において、LDPIのパルス数に対するAFレンズの繰り出し量の関係およびAFスイッチの変化タイミングを示すタイミングチャート。

【図14】上記実施形態において、合焦位置付近におけるAFレンズの繰り出し量とコントラスト量(AF評価値)との関係を示す線図。

【図15】上記実施形態において、LDPIのパルス幅が示すレンズ速度のときにどのくらいの繰り出し量でAFレンズが停止するかを示す線図。

【図16】上記実施形態において、目標位置に到達するまでのレンズ速度の変化の様子を示す線図。

【図17】上記実施形態において、レンズ繰り出しを開始してから目標位置に到達するまでのレンズ速度の変化の様子を示す線図。

【図18】上記実施形態におけるデジタルカメラのメイン動作の一部を示すフローチャート。

【図19】上記実施形態におけるデジタルカメラのメイン動作の他の一部を示すフローチャート。

【図20】上記実施形態において、測距しながらピント合わせを行うときのサブルーチン「LDRIV_M」の詳細の一部を示すフローチャート。

【図21】上記実施形態において、測距しながらピント合わせを行うときのサブルーチン

10

20

30

40

50

「LDRIV_M」の詳細の他の一部を示すフローチャート。

【図22】上記図21のステップS79における予想の合焦パルスを計算する処理を示すフローチャート。

【図23】上記実施形態の、合焦位置近傍においてコントラスト量を正規分布により近似した曲線等を示す図。

【図24】上記実施形態において、複数のコントラストAF結果を用いて合焦位置を算出するための直線 $g(x)$ を示す図。

【図25】上記実施形態において、サブCPUにおけるピント合わせのサブルーチン「LDRIV_SB」の動作の一部を示すフローチャート。

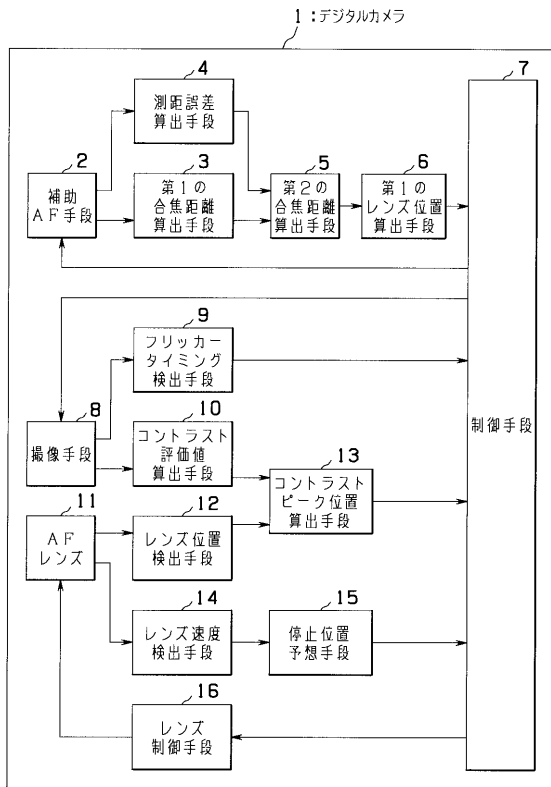
【図26】上記実施形態において、サブCPUにおけるピント合わせのサブルーチン「LDRIV_SB」の動作の他の一部を示すフローチャート。 10

【符号の説明】

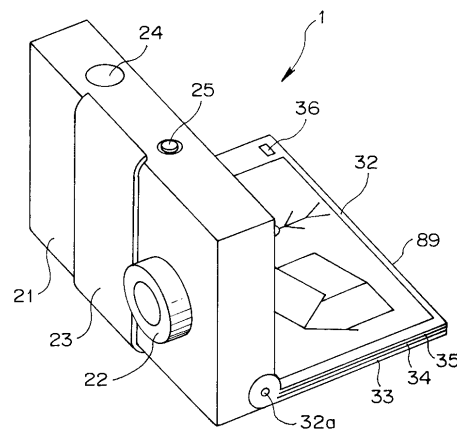
- 1 ... デジタルカメラ
- 2 ... 補助AF手段
- 3 ... 第1の合焦距離算出手段
- 4 ... 測距誤差算出手段
- 5 ... 第2の合焦距離算出手段
- 6 ... 第1のレンズ位置算出手段
- 7 ... 制御手段
- 8 ... 撮像手段 20
- 9 ... フリッカタイミング検出手段（フリッカ検出手段、安定タイミング検出手段）
- 10 ... コントラスト評価値算出手段
- 11 ... AFレンズ
- 12 ... レンズ位置検出手段
- 13 ... コントラストピーク位置算出手段
- 14 ... レンズ速度検出手段
- 15 ... 停止位置予想手段
- 16 ... レンズ制御手段
- 41 ... メインCPU（第1の合焦距離算出手段、測距誤差算出手段、第2の合焦距離算出手段、第1のレンズ位置算出手段、制御手段、停止位置予想手段） 30
- 42 ... サブCPU
- 47 ... AFレンズ
- 51 ... フォーカスレンズ制御手段
- 52 ... フォーカスモータ駆動回路（レンズ制御手段）
- 53 ... フォーカスレンズ位置検出回路（レンズ位置検出手段、レンズ速度検出手段）
- 54 ... LDモータ
- 55 ... センサ部（補助AF手段）
- 56R, 56L ... レンズ
- 57 ... センサ（検出手段）
- 58 ... 位相差AF手段（補助AF手段） 40
- 64 ... 撮像回路
- 65 ... 撮像素子（撮像手段）
- 66 ... 撮像領域指定手段
- 67 ... A/D回路
- 68 ... 信号レベル制御手段
- 69 ... タイミング発生回路
- 76 ... 輝度検出手段（被写体輝度検出手段）
- 77 ... フリッカタイミング検出手段（フリッカ検出手段、安定タイミング検出手段）
- 78 ... コントラスト評価値算出手段
- 79 ... コントラスト評価値微分手段 50

- 8 0 ... 合焦位置予想手段 (コントラストピーク位置算出手段)
- 8 1 ... 合焦検出手段
- 1 0 3 L , 1 0 3 R ... ラインセンサ (検出手段)
- 1 0 4 L , 1 0 4 R ... レンズ
- 1 0 5 L , 1 0 5 R ... A / D 手段
- 1 0 6 ... 演算手段
- 1 1 0 ... 赤外 L E D
- 1 1 1 ... 発光制御手段
- 1 1 2 , 1 1 3 ... レンズ
- 1 1 4 ... P S D
- 1 1 5 ... 受光位置検出手段
- 1 1 6 ... 演算手段

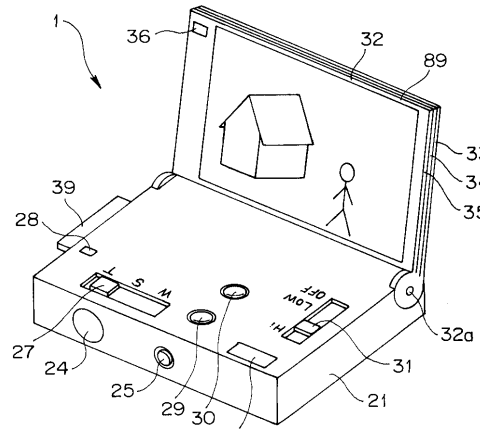
【 図 1 】



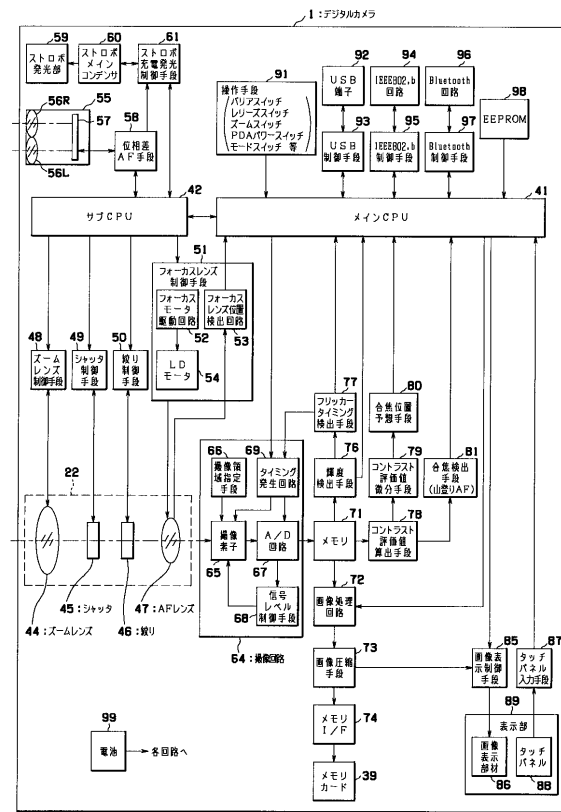
【 図 2 】



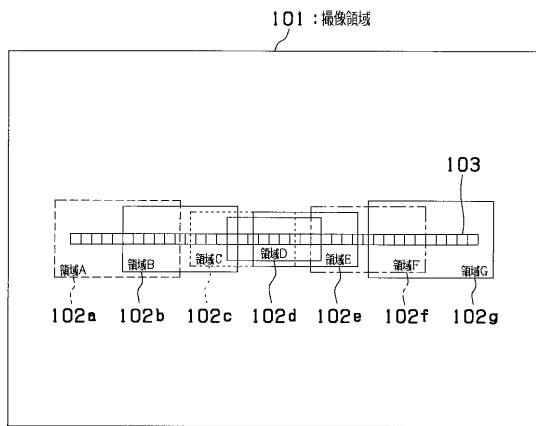
【図3】



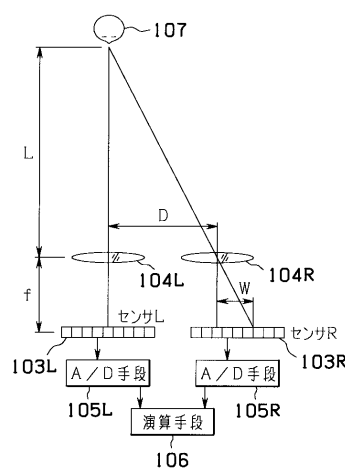
【図4】



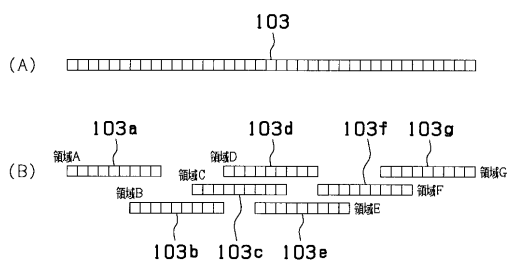
【図5】



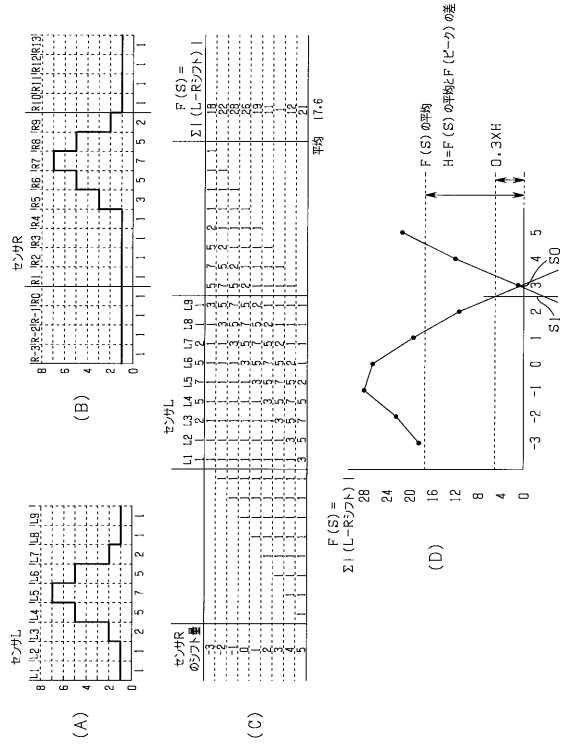
【図7】



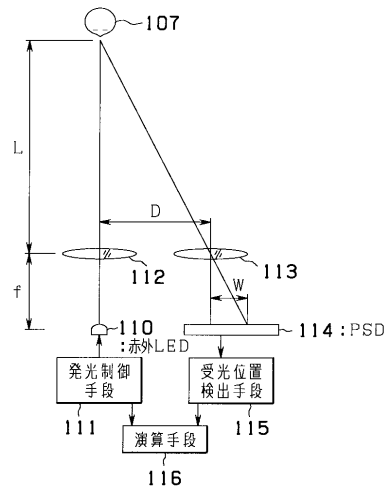
【図6】



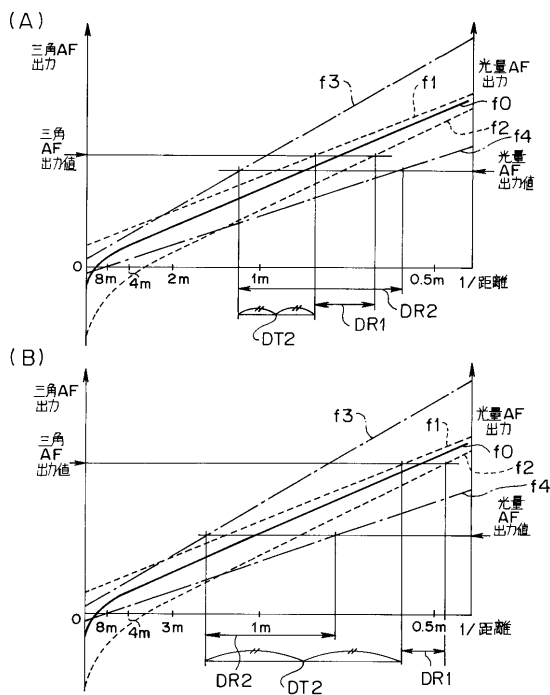
【 図 8 】



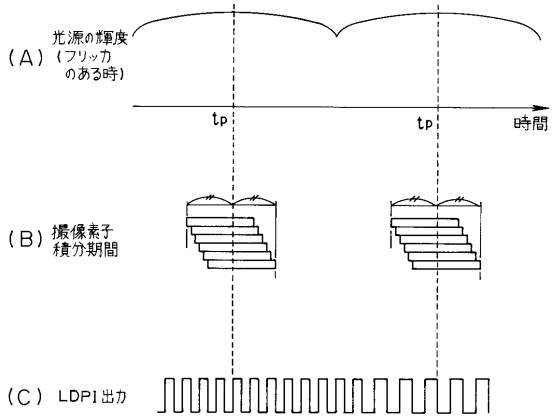
【 図 9 】



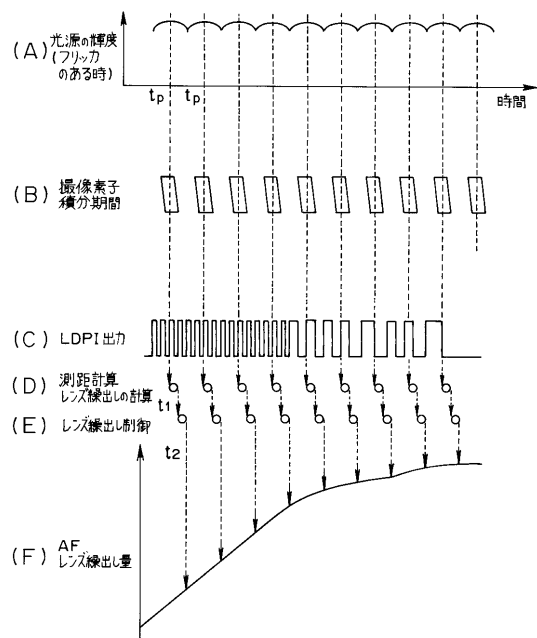
【 図 10 】



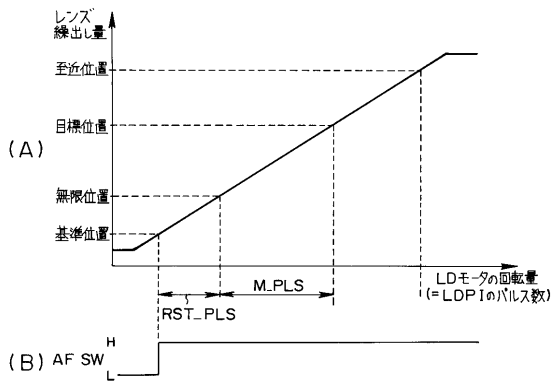
【 図 11 】



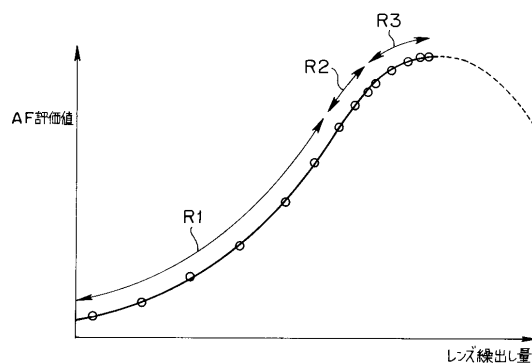
【 図 1 2 】



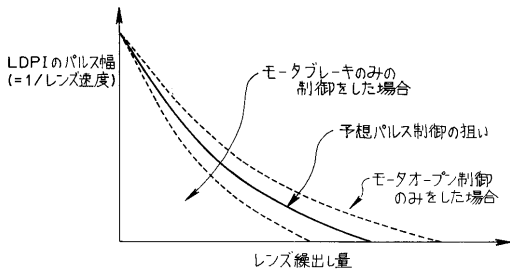
【 図 1 3 】



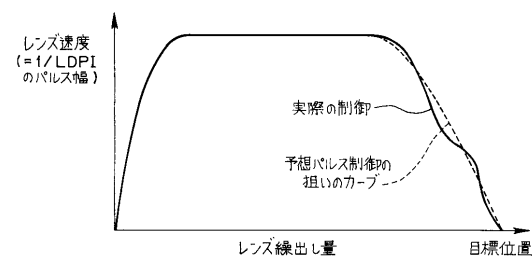
【 図 1 4 】



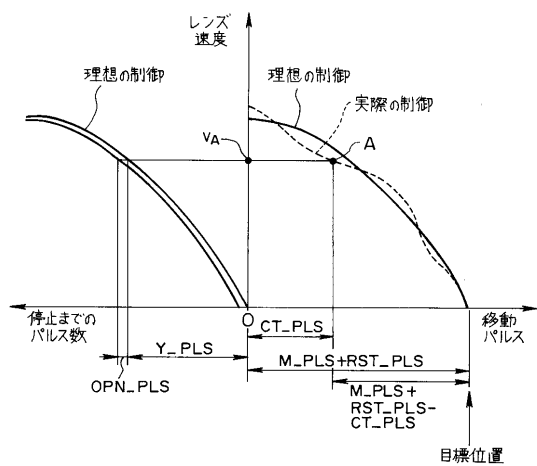
【 図 1 5 】



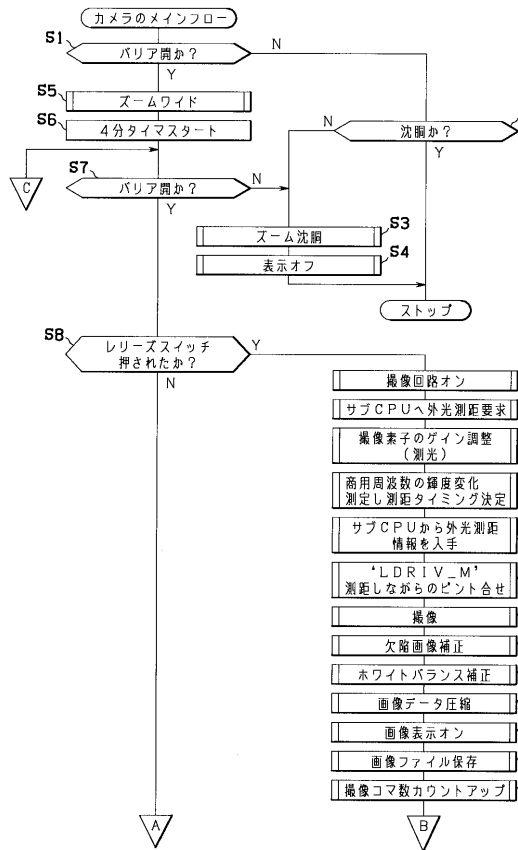
【 図 1 7 】



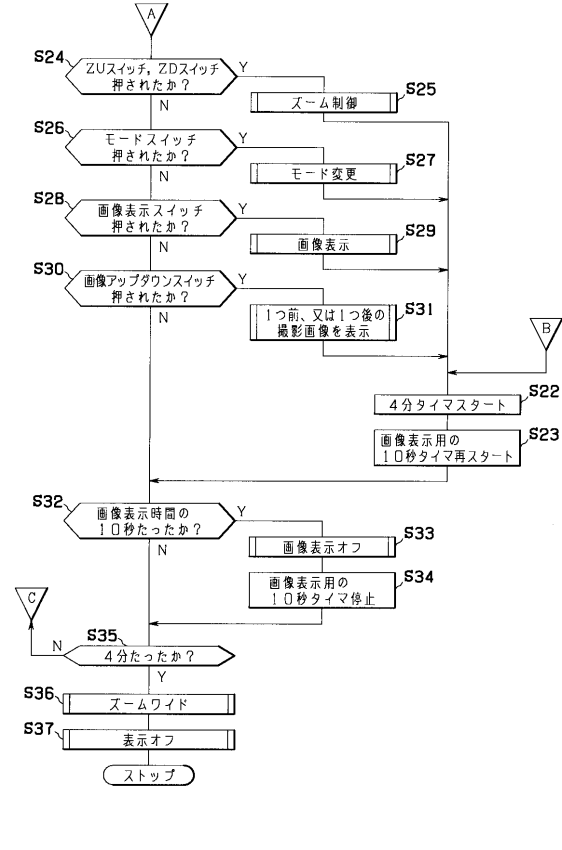
【 図 1 6 】



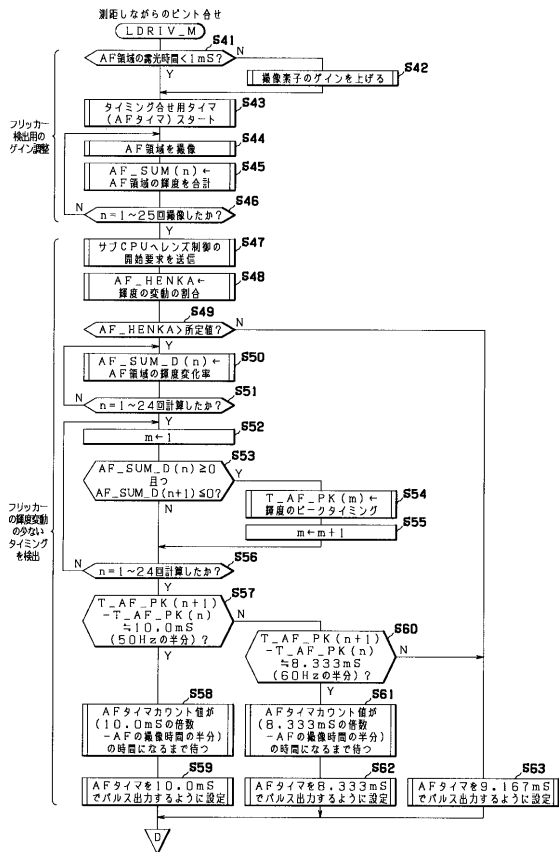
【図18】



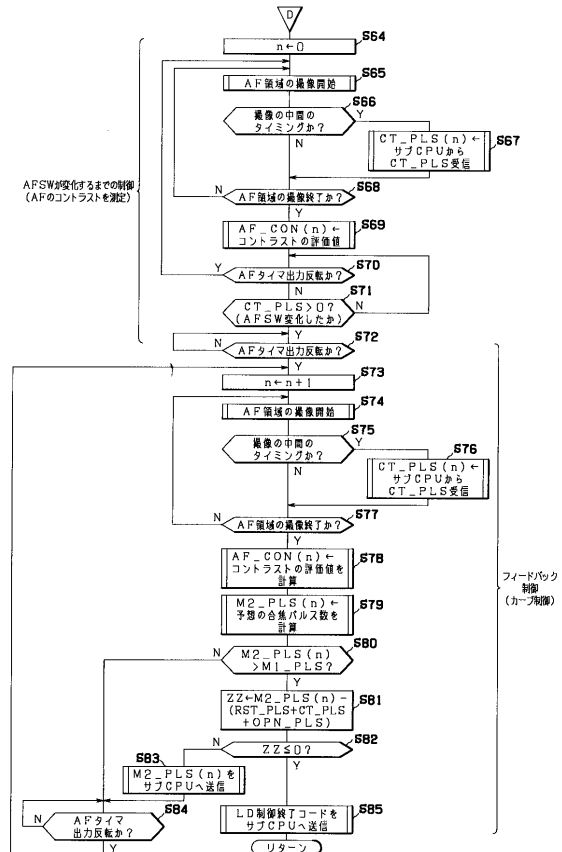
【図19】



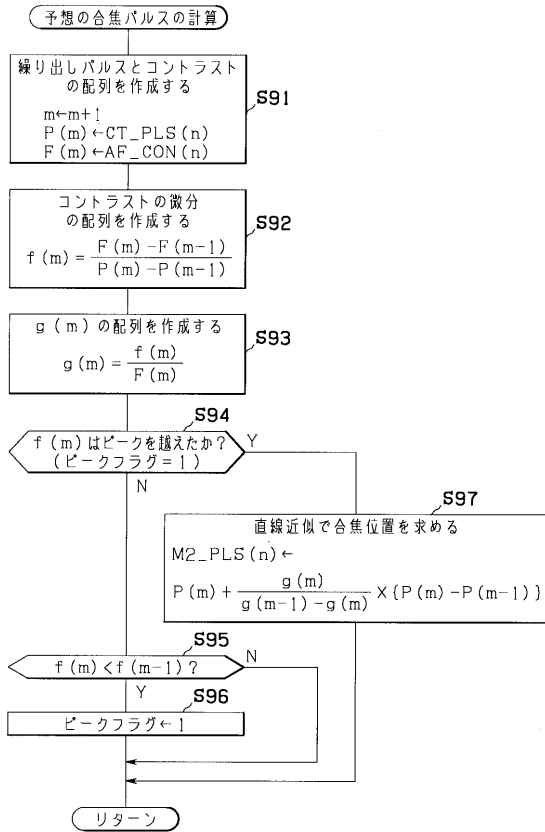
【図20】



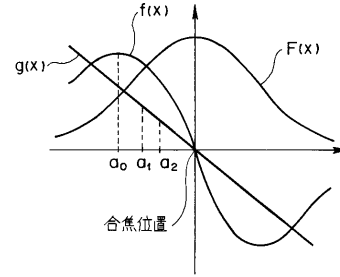
【図21】



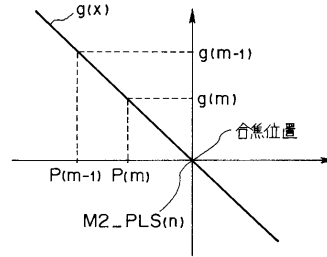
【図 2 2】



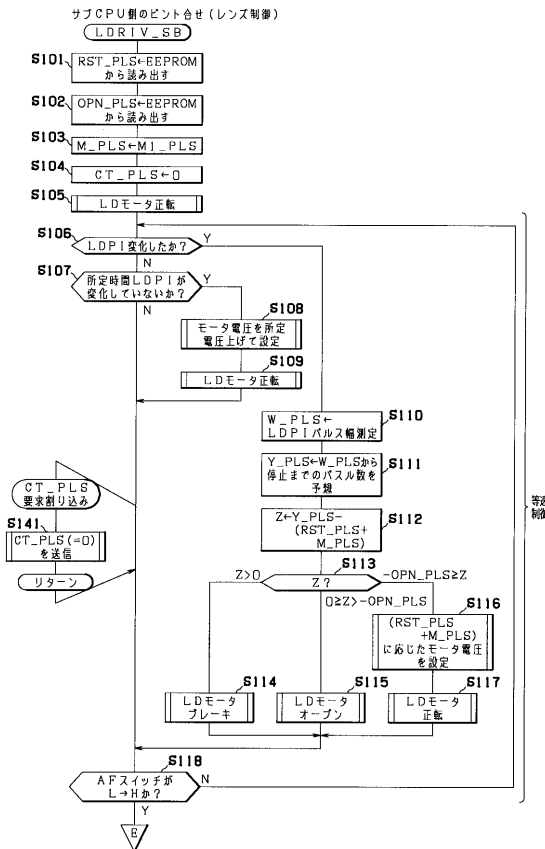
【図 2 3】



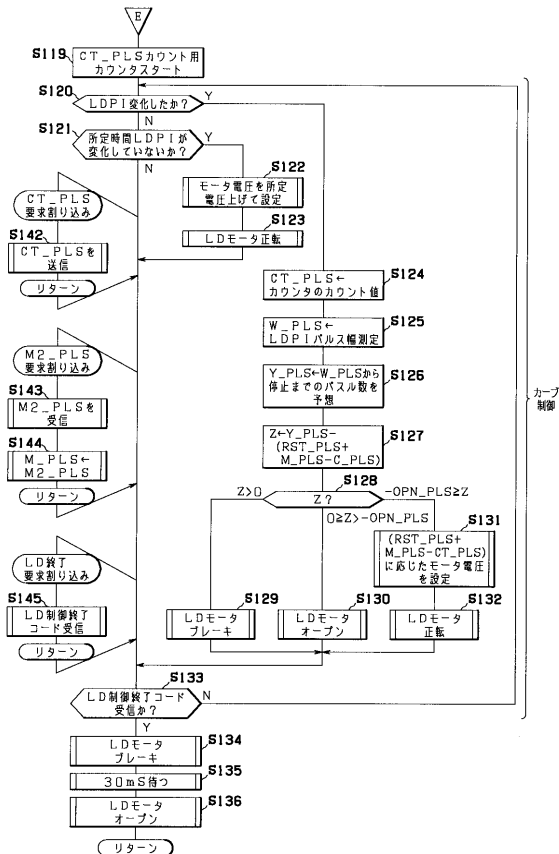
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



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2002-296490(JP,A)
特開平07-154668(JP,A)
特開平05-210043(JP,A)
特開2001-141984(JP,A)
特開2000-098217(JP,A)
特開平08-036129(JP,A)
特開平06-030321(JP,A)
特開平02-282213(JP,A)
特開平10-039190(JP,A)
特開2001-051182(JP,A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/28-7/40