

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7649187号
(P7649187)

(45)発行日 令和7年3月19日(2025.3.19)

(24)登録日 令和7年3月11日(2025.3.11)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 4 N	23/745(2023.01)	H 0 4 N	23/745
G 0 3 B	7/091(2021.01)	G 0 3 B	7/091
H 0 4 N	23/72 (2023.01)	H 0 4 N	23/72
H 0 4 N	23/73 (2023.01)	H 0 4 N	23/73
H 0 4 N	23/75 (2023.01)	H 0 4 N	23/75
請求項の数 10 (全15頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-71334(P2021-71334)	(73)特許権者	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和3年4月20日(2021.4.20)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2022-165817(P2022-165817 A)	(72)発明者	菅原 淳史 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
(43)公開日	令和4年11月1日(2022.11.1)	審査官	うし 田 真悟
審査請求日	令和6年4月16日(2024.4.16)		
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 撮像装置及びその制御方法、プログラム、記憶媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体を撮像する撮像手段と、
少なくとも、露光時間、絞りの口径、および撮影感度を調整することで、前記撮像手段を用いて被写体を撮像する際の露出制御を行う露出制御手段と、を備え、
前記露出制御手段は、前記撮像手段に入射する光の量と、前記撮像手段の露光時間、撮影感度、および絞り値の対応関係を示すプログラム線図に基づいて露出制御を行い、
前記露出制御手段は、前記撮像手段を用いてフリッカーを検出するための画像である検出用画像を得るために被写体を撮像する場合に、前記撮像手段の露光時間を長くするよりも、撮影感度を上げることと、前記絞りの開口を開くこととを優先したプログラム線図に基づいて露出制御を行うことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項2】

前記露出制御手段は、前記検出用画像が適正露出となるように前記露出制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

前記露出制御手段は、同一輝度の被写体を撮影する場合の露出制御において、前記撮像手段を用いて静止画の撮像またはライブビューの表示用の画像を取得する場合に用いるプログラム線図に比べて、前記撮像手段を用いて前記検出用画像を取得する場合の方が、前記撮像手段の露光時間を長くするよりも、撮影感度を上げることと、前記絞りの開口を開くこととを優先したプログラム線図に基づいて露出制御を行うことを特徴とする請求項1

20

または 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記露出制御手段は、前記撮像手段を用いた電子シャッター動作により前記露光時間を制御できることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記露出制御手段は、前記撮像手段を用いて前記検出用画像を取得する場合に、前記露光時間を前記撮像手段の最短の露光時間に固定し、被写体の輝度が暗くなった場合には、前記絞りの開口を開くとともに撮影感度を上げることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記露出制御手段は、前記絞りの開口が開放された状態であり、且つ前記撮影感度が高感度側の上限値である状態に被写体の輝度が暗くなった場合に、前記撮像手段の露光時間を長くすることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記撮像手段に、1 つのライブビューの表示用の画像と、複数枚の前記検出用画像とを取得するための複数の撮像を 1 セットとし、この 1 セットの動作を繰り返し実行させる制御手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

被写体を撮像する撮像手段を備える撮像装置を制御する方法であって、
少なくとも、露光時間、絞りの口径、および撮影感度を調整することで、前記撮像手段を用いて被写体を撮像する際の露出制御を行う露出制御工程を有し、
前記露出制御工程において、前記撮像手段に入射する光の量と、前記撮像手段の露光時間、撮影感度、および絞り値の対応関係を示すプログラム線図に基づいて露出制御が行われ、

前記露出制御工程では、前記撮像手段を用いてフリッカーを検出するための画像である検出用画像を得るために被写体を撮像する場合に、前記撮像手段の露光時間を長くするよりも、撮影感度を上げることと、前記絞りの開口を開くことを優先したプログラム線図に基づいて露出制御を行うことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 9】

コンピュータに、請求項 8 に記載の制御方法を実行させるためのプログラム。

【請求項 10】

コンピュータに、請求項 8 に記載の制御方法を実行させるためのプログラムを記憶したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置におけるフリッカーを検出する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年のデジタルカメラの高 ISO 化（高感度化）に伴い、フリッカーの発生する人工光源下でも高速シャッターの撮影を行えるようになってきている。高速シャッターは、室内スポーツの撮影などでブレのない写真を撮影できるメリットがある一方、フリッカー光源下での撮影では、フリッカーの影響により、フレーム毎、もしくは 1 フレーム内でも、画像の露出や色のムラが発生してしまうことがある。

【0003】

このような問題に対して、明暗の変化が最も少ないフリッカーのピーク位置で露光を行ったり、露光時間をフリッカー周期の整数倍に設定したりすることにより、フリッカーの画像への影響を軽減する方法が知られている。

【0004】

このようなフリッカーの影響を軽減する手法を用いるには、フリッカー及びその周波数

10

20

30

40

50

を検出することが必要である。フリッカー及びその周波数の検出に関しては、例えば特許文献 1 に開示されている技術が知られている。特許文献 1 では、一定の周期で測光を複数回行い、得られた複数回の測光値のうち、フリッカーの同相に近い第 1 の間隔で取得された測光値から得られる第 1 の評価値と、フリッカーの逆相に近い第 2 の間隔で取得された測光値から得られる第 2 の評価値とから、フリッカーの有無と周波数を判定する例が示されている。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 2 には、フリッカー検出動作を、いわゆるライブビュー表示中に、ライブビュー表示を停止させることなく実施することを可能にした撮像装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 1 3 5 2 号公報

【文献】特開 2 0 2 0 - 8 0 5 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述の特許文献 1 に開示された従来技術では、フリッカー検出のための画像の露光時に、絞りなどの露光条件が変化せず、フリッカー光源による被写体の明るさのみが変化することを前提としている。この前提条件が満たされない場合は、フリッカー検出の性能は低下する。

【 0 0 0 8 】

一方で、特許文献 2 に開示された技術では、ライブビュー表示中は、露出やピントを絶えずユーザーにとって好ましい状態に制御する必要がある。そのため、ライブビュー表示中にフリッカー検出動作を実施しようとする、ライブビュー表示中の露出やピントの変化に影響され、フリッカー検出のための画像の露光条件が変化してしまうという問題がある。

【 0 0 0 9 】

本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、露光条件の変化などの外乱があった場合でも、安定してフリッカーを検出することができる撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明に係わる撮像装置は、被写体を撮像する撮像手段と、少なくとも、露光時間、絞りの口径、および撮影感度を調整することで、前記撮像手段を用いて被写体を撮像する際の露出制御を行う露出制御手段と、を備え、前記露出制御手段は、前記撮像手段に入射する光の量と、前記撮像手段の露光時間、撮影感度、および絞り値の対応関係を示すプログラム線図に基づいて露出制御を行い、前記露出制御手段は、前記撮像手段を用いてフリッカーを検出するための画像である検出用画像を得るために被写体を撮像する場合に、前記撮像手段の露光時間を長くするよりも、撮影感度を上げることと、前記絞りの開口を開くこととを優先したプログラム線図に基づいて露出制御を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、露光条件の変化などの外乱があった場合でも、安定してフリッカーを検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の撮像装置の一実施形態であるデジタルミラーレスカメラの概略構成を示す図。

【図 2】ライブビュー中における撮像素子の駆動を説明する図。

【図 3】ライブビュー中のフリッカー検出動作を示すフローチャート。

10

20

30

40

50

【図４】フリッカー環境下における露光時間と得られる出力の関係を示す図。

【図５】フリッカー検出用画像の露出制御値を決定するためのプログラム線図。

【図６】フリッカー検出用画像の取得タイミングと測光出力の関係を示す図。

【図７】フリッカーの存在を判定する方法を示す図。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

10

【００１４】

本発明の一実施形態では、撮像装置として、いわゆるデジタルミラーレスカメラを例に挙げて説明する。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、カメラ機能を備える各種の電子機器であってもよい。例えば、本発明に係る撮像装置は、携帯電話やスマートフォン等のカメラ機能付き携帯通信端末、カメラ機能付き携帯型コンピュータ、カメラ機能付き携帯ゲーム機などであってもよい。

【００１５】

図１は、本発明の撮像装置の一実施形態であるデジタルミラーレスカメラ（以下、カメラと呼ぶ）の概略構成を示す図である。

20

【００１６】

図１において、カメラは、大きく分けてカメラ本体１００と、撮影レンズ２００とから構成され、両者はレンズマウント機構１１０を介して、機械的、電氣的に接続される。なお、本実施形態では、被写体像を結像させる撮影レンズ２００は、カメラ本体１００に対して脱着自在に構成されているが、カメラ本体１００と一体となってもよい。

【００１７】

まず、カメラ本体１００について説明する。撮像素子１０１は、赤外カットフィルタやローパスフィルタなどを含み、ＣＭＯＳ型等の光電変換素子を備えるイメージセンサである。撮像素子１０１により被写体の光学像が光電変換され、画像信号として出力される。シャッター１０４は、非撮影時には閉じて撮像素子１０１を遮光し、ライブビュー（ＬＶ）時や撮影時には開いて、撮影レンズ２００を通過した入射光を撮像素子１０１へ導く。

30

【００１８】

システム制御部１０２は、カメラ本体１００の各部を制御する演算処理装置である。メモリ１０３は、システム制御部１０２が実行するプログラムや変数等を格納するＲＯＭと、システム制御部１０２がプログラムを展開する作業領域や一時的な画像データ等の記憶領域を有するＲＡＭとを含む。

【００１９】

また、システム制御部１０２は、レンズマウント機構１１０を通じて、レンズ制御部２０１と接続される。レンズ制御部２０１は、レンズ駆動部２０３を通じてフォーカシングレンズ２０２の位置を制御する。また、絞り制御部２０５を通じて絞り２０４を制御する。より具体的には、撮像素子１０１で取得した画像からＡＥ（自動露出）／ＡＦ（自動焦点調節）に関する演算をシステム制御部１０２で行い、演算結果に応じたフォーカシングレンズの位置や絞り値をレンズ制御部２０１へ通信し、制御を行う。

40

【００２０】

また、シャッター１０４もシャッター制御部１０５を通してシステム制御部１０２と接続されており、システム制御部１０２での演算結果に応じた露光時間で撮像素子１０１を露光させる。

【００２１】

次に、撮像素子１０１で取得した画像を表示する動作について説明する。ここでは、撮像素子１０１で連続的に撮像を行い、撮像された画像を表示部にリアルタイムに表示する

50

ことでユーザーが被写体を観察する、いわゆるライブビューモードでの動作について説明する。

【 0 0 2 2 】

撮像素子 1 0 1 で取得した画像の表示先として、背面モニタ 1 0 6 とファインダー表示部 1 0 7 の 2 種類があり、これらを切り替えながら画像が表示される。切り替えは接眼検知部 1 0 9 の検知結果に基づいて行われる。具体的には、ユーザーが接眼状態にあることが検出された場合は、ファインダー表示部 1 0 7 に画像が表示される。ユーザーはファインダーを覗き込んで、接眼レンズ 1 0 8 を通してファインダー表示部 1 0 7 に表示された被写体を確認する。一方、接眼検知部 1 0 9 によりユーザーが接眼状態にないことが検出された場合は、背面モニタ 1 0 6 に画像が表示される。

10

【 0 0 2 3 】

次に、ライブビューモード時の撮像素子 1 0 1 の駆動について、図 2 を用いて説明する。本実施形態において、撮像素子 1 0 1 は、画素行を所定の間隔で読み出すライブビュー表示画像の取得のための駆動モードと、ライブビュー表示用の駆動モードで読み出さない画素行を所定の間隔で読み出すフリッカー検出用の駆動モードを持つものとする。そして、ライブビュー表示用の駆動モードの 1 周期内で、フリッカー検出用の駆動モードを複数回実行するような制御が可能であるものとする。

【 0 0 2 4 】

図 2 がこの駆動モードを示しており、横方向は時間、縦方向は撮像素子 1 0 1 の垂直方向の位置を示し、図中の斜線は、ライブビューモード中の撮像素子 1 0 1 の読み出しタイミングを示している。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、まず初めにライブビュー表示用の画像を 1 枚読み出し、その後、フリッカー検出用の画像を複数枚読み出す（フリッカー検出用の画像の撮像期間）。このライブビュー用の画像とフリッカー検出用の複数枚の画像の取得を 1 セットとし、この 1 セットの動作を繰り返す。なお、ライブビュー用の画像とフリッカー検出用の画像の取得は、撮像素子 1 0 1 の電子シャッター動作により行われる。

【 0 0 2 6 】

フリッカー検出用の画像は、6 0 0 f p s (1 . 6 6 m s 間隔) で複数枚撮影される。本実施形態では、1 セットが 3 3 . 3 [m s] の周期で繰り返されるとすると、この周期がライブビュー表示のフレームレートとなり、 $1 (s) / 3 3 . 3 (m s) = 3 0 [f p s]$ である。また、1 セット内で、フリッカー検出用の画像は 1 8 枚取得可能とする。なお、1 セットの後半のフリッカー検出用画像の読み出しは必須ではなく、省略することもできる。詳細は後述するが、一般に撮影環境のフリッカーの状態は、その環境に存在する光源で決まるため、短時間で変化することは考えにくい。そのため、フリッカーの検出動作の頻度はそれほど高い必要はない。本実施形態ではライブビューの 6 フレームに 1 回の頻度で行うこととしている。

30

【 0 0 2 7 】

次に、図 3 を用いて、本実施形態のカメラにおけるライブビュー中のフリッカー検出動作に関して説明する。図 3 のフローチャートの動作は、システム制御部 1 0 2 が、メモリ 1 0 3 の R O M に記憶されたプログラムを R A M に展開して実行することにより実現される。

40

【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 0 1 でライブビューの動作開始指示を受け付けると、システム制御部 1 0 2 は、まず初めにステップ S 1 0 2 において、最初に表示するライブビューの 1 コマ目の画像を撮像する際に、白飛びや黒つぶれといった露出不良が発生しないよう、ライブビューの表示開始前に測光を行う。

【 0 0 2 9 】

具体的には、まず最初に 1 枚、予め定められた固定の露出制御値 (A V (絞り値) 、 T V (シャッター速度、蓄積時間) 、 I S O 感度 (撮影感度) の組み合わせ) で撮影を行う

50

。例えばこの画像出力が予め定めた適正な露出レベルを超えていた場合、次の画像はＴＶを短くするなどして、画像の出力が適正な露出レベルになるよう、露出制御値をフィードバックしていく。適正な露出が得られる露出制御値が判明するまでは、必要に応じて複数回の撮影を行うが、ライブビューの表示は行わない。適正な露出が得られる露出制御値が判明したら、ステップＳ１０３へ進む。なお、画像出力とその画像を取得した際の露出制御値とから、適正な露出が得られる露出制御値を求める動作を、以後、「測光」と記すこととする。

【００３０】

ステップＳ１０３では、システム制御部１０２は、ステップＳ１０２で測光した制御値を用いて、ライブビューの１コマ目の画像を撮影し、背面モニター１０６、もしくはファインダー表示部１０７に表示する。ユーザーは、ステップＳ１０２以降、背面モニター１０６を確認することにより、被写体の観測やフレーミングを行うことができる。

10

【００３１】

ステップＳ１０４では、システム制御部１０２は、最後に測光したタイミングからの経過時間を判定する。そして、予め定めた時間が経過している場合は、ステップＳ１０５に処理を進め、そうでない場合は、ステップＳ１０９に処理を進める。

【００３２】

ユーザーが撮影する環境下においては、被写体の変化、ユーザーによるパンニングなどの要因によって、明るさは常に変化するため、一定の頻度で測光を行う必要がある。また、ユーザーがフリッカーの存在する屋内から太陽光下の屋外へ移動することなども考えられるので、フリッカーの検出も、同様に一定の頻度で行うことが望ましい。

20

【００３３】

以上のことから、本実施形態においては、ステップＳ１０４における所定時間を２００ｍｓとする。前述のように、ここではライブビュー表示のフレームレートは３０ｆｐｓであるため、６フレームに１回の頻度で、測光、およびフリッカー検出動作を行うこととなる。

【００３４】

一度測光を行うと、以後６フレーム分のライブビュー表示は同じ露出制御値で撮影され、６フレーム目の画像を使って再度測光が行われ、次の６フレーム分の露出制御値が決定されることになる。この場合、６フレーム目の撮像素子の駆動は、図２に示したようなライブビュー表示用の画像とフリッカー検出用の画像をセットで撮影する動作となる。それ以外のフレームは、フリッカー検出を行わないため、セットの動作の後半のフリッカー検出用画像の取得を省略することとする。

30

【００３５】

なお、本実施形態では、測光とフリッカー検出の頻度を、共に６フレームに１回の頻度としたが、４フレームに１回などの頻度に変更してもよく、また測光とフリッカー検出の頻度を別々に設定してもよい。ステップＳ１０４で、システム制御部１０２が最後の測光を行ってから２００ｍｓ以上が経過していると判定した場合は、測光、およびフリッカー検出動作を行うステップＳ１０５へ処理を進める。また、２００ｍｓが経過していないと判定した場合は、ステップＳ１０９へ処理を進める。

40

【００３６】

次に、ステップＳ１０５～Ｓ１０８でのフリッカーの検出動作、測光動作を行う処理について説明する。

【００３７】

ステップＳ１０５では、システム制御部１０２は、フリッカー検出用の画像の露出制御値を決定する。詳細はステップＳ１０７で説明するが、一般にフリッカーの検出動作において、検出対象となるフリッカーの明暗の振幅比が大きいほど、安定してフリッカーを検出可能である。フリッカーの振幅比は撮影環境の光源と被写体とで決まるので、カメラ側でコントロールはできないが、フリッカー検出用の露光動作を工夫をすることにより、検出における見かけ上の振幅比を大きくすることができる。

50

【 0 0 3 8 】

具体的には、フリッカー検出用に取得する画像の露光時間を短くすると、見かけ上の振幅比が大きくなるが、これを図 4 を用いて説明する。図 4 は、標準的な 1 0 0 H z のフリッカーによる光量変化を、横軸に時間、縦軸に相対光量をとって示した図である。この図では、上記のような光源下でフリッカー検出用の画像の露光を行うタイミングを、T 1 ~ T 8 で示している。

【 0 0 3 9 】

フリッカーの検出においては、フリッカーの周波数に対して十分に早い周期で複数回の撮影を行い、得られた複数の画像のそれぞれの平均出力からフリッカーを検出する。ここで、例えばフリッカーの光量のピークとなるタイミングとボトムとなるタイミングの近傍で、フリッカー検出用の画像を露光する場合を考える。図 4 で、フリッカーのピークタイミング近傍の期間 T 2 ~ T 3 (時間幅 T _ s h o r t) で撮影した画像の全画面平均出力を A (T 2 , T 3) とする。同様に同じ時間幅 T _ s h o r t で、フリッカーのボトムタイミングの近傍の期間 T 6 ~ T 7 で撮影した画像の全画面平均出力を A (T 6 , T 7) とする。この場合、検出上の見かけの振幅比 A M P _ s h o r t は、以下の式で算出される。

【 0 0 4 0 】

$$A M P _ s h o r t = A (T 2 , T 3) / A (T 6 , T 7)$$

一方で、同様にフリッカーのピークタイミングとボトムタイミングで、上記よりも長い時間幅である T _ l o n g で露光した場合の振幅比 A M P _ l o n g は、以下の式で算出される。

【 0 0 4 1 】

$$A M P _ l o n g = A (T 1 , T 4) / A (T 5 , T 8)$$

ここで、A (T 2 , T 3) と A (T 1 , T 4) を比べると、A (T 2 , T 3) は露光時間が短いため、フリッカーのピーク付近のみで露光しているのに対して、A (T 1 , T 4) は、ピークに至る前や、至った後の期間も露光時間に含む。そのため、露光時間を単位時間あたりに換算すると、A (T 2 , T 3) の方が A (T 1 , T 4) より大きな値となる。

【 0 0 4 2 】

同様にボトム近傍の A (T 6 , T 7) と A (T 5 , T 8) を比べると、A (T 6 , T 7) がよりボトム付近のみで露光しているのに対して、A (T 5 , T 8) はボトムに至る前や、至った後の期間も露光時間に含む。そのため、露光時間を単位時間あたりに換算すると、A (T 6 , T 7) の方が A (T 5 , T 8) より小さくなる。

【 0 0 4 3 】

以上のことから、A M P _ s h o r t > A M P _ l o n g となり、フリッカー検出用の画像を取得する際は、露光時間を短くした方が、見かけ上の振幅比が大きくなるのが分かる。これを踏まえて、フリッカー検出用画像の露出制御値を決定するステップがステップ S 1 0 5 である。露出制御値は、測光結果から判明した明るさから、いわゆるプログラム線図を用いて決定する。プログラム線図の例を図 5 に示す。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、横軸に明るさをとり、縦軸に露光時間、I S O 感度、レンズ絞り値をそれぞれとったプログラム線図を示したグラフである。プログラム線図は、撮像素子 1 0 1 に達する光の量と、撮像素子 1 0 1 の露光時間、撮影感度、および絞り値の対応関係を示している。測光により明るさが決まると、このグラフに沿って露出制御値が一意に定まる。

【 0 0 4 5 】

図 5 では、フリッカー検出用画像を撮影するためのプログラム線図に関して、本実施形態特有の効果を得るための線図(以下、「フリッカー線図」と記す)を実線で示し、従来の線図(以下、「通常線図」と記す)を破線で示し、両者を比較している。なお、本実施形態の撮像素子 1 0 1 の最短露光時間は 1 / 1 6 3 8 4 s e c (6 1 μ s) であり、フリッカー検出用画像は 6 0 0 f p s で取得されるため、最長露光時間は 1 6 6 6 μ s となる。また、I S O 感度は最小値が 1 0 0 、最大値が 2 5 6 0 0 とする。絞りに関しては、

10

20

30

40

50

開放 F 値が F 1 . 8 のレンズを用いるものとする。

【 0 0 4 6 】

まず、図 5 の B V 1 1 以上の明るい領域では、フリッカー線図、通常線図とも露光時間は最短の $61\mu s$ 、ISO 感度も最低の 100 で固定され、絞り値の調整によって適露出が得られるように制御される。そして B V 1 1 より暗くなると、絞りが開放の F 1 . 8 に開ききってしまうため、通常線図では ISO 感度を 100 に固定したまま、露光時間を延ばすことで適正露出を維持する。通常線図では、B V 5 以下になると、露光時間も最長の $1666\mu s$ になってしまうため、ここから ISO 感度を上げてゆき、B V - 2 まで暗くなると、ISO 感度も最大の 25600 になる。したがって、B V - 2 以下の領域では、既に露光時間最長、ISO 感度最大、絞り開放となっているため、露出を調整することはできず、得られる画像は露出アンダーとなってしまう。通常線図では、ISO 感度上昇による画質劣化をできるだけ避けるため、暗くなるにつれて、絞りが開放絞りとなり、露光時間が最長となった後に、初めて ISO 感度を上げている。

10

【 0 0 4 7 】

通常の静止画の撮影及びライブビュー画像の撮影においては、ISO 感度上昇による画質劣化をできるだけ避けるため、上記のような通常線図を用い、露光時間が最長となった後に、初めて ISO 感度を上げるように制御する。

【 0 0 4 8 】

次に、フリッカー線図について考えると、既に説明したように、フリッカー検出においては露光時間をできるだけ短くする方が望ましいため、暗くなるにつれて B V 1 1 で絞りの開口径が開放に開ききった後は、露光時間を最短の $61\mu s$ に保ったまま、先に ISO 感度を上げていく。B V 2 で ISO 感度が最大の 25600（高感度側の上限値）になって初めて、露光時間を延ばしていく。B V - 2 以下では、露光時間最長、ISO 感度最大、絞り開放となっているため、通常線図と同じ露出制御値になり、得られる画像は露出アンダーとなる。

20

【 0 0 4 9 】

フリッカー検出用の撮影（露光）においては、フリッカーを検出しやすくするために、短い露光時間を優先し、その代わりに ISO 感度を上げるように制御する。

【 0 0 5 0 】

以上のように、図 5 の 2 種の線図の比較では、B V - 2 ~ B V 1 1 の範囲において、フリッカー線図の方が、通常線図よりも露光時間が短くなるため、フリッカーをより検出しやすくなる。このように、本実施形態の主旨は、フリッカー検出用の画像の撮影における露出制御と静止画あるいはライブビュー表示用の画像の撮影における露出制御を比較した場合に、フリッカー検出用の撮影時の方が、同一輝度の被写体に対して、短秒側のシャッター速度（露光時間）が設定されるようにすることである。

30

【 0 0 5 1 】

図 3 のステップ S 105 では、上記のようなフリッカー線図に基づいて、フリッカー検出用画像の露出制御値を決定する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 105 でフリッカー検出用画像の露出制御値が決定した後、システム制御部 102 は、ステップ S 106 で実際にフリッカー検出用の画像の取得を行う。

40

【 0 0 5 3 】

図 6 (a) は、フリッカー検出用の蓄積を行い、100 Hz のフリッカーが存在した場合の信号値の時間変化を示した図である。既に図 2 で示した通り、本実施形態では、ライブビュー表示用の画像の読み出しの後に、フリッカー検出用画像を、1 . 66 ms 間隔で 18 回読み出すことを 1 セットとして、撮像素子 101 が駆動される。フリッカー検出には、1 . 66 ms 間隔で撮像された 18 枚の画像のうち、最初の 12 枚の画像が使用される。12 枚の画像のそれぞれに対して、蓄積と読み出しを実施するが、図に示したように、n 回目の蓄積を「蓄積 n」、蓄積 n の信号読み出しを「読み出し n」、読み出し n の結果から得られる測光値（信号値）を「A E (n)」と記述する。ここでは、最初の 12 回

50

の蓄積に着目するので、 $AE(1) \sim AE(12)$ の測光値が得られることになる。また、各測光値の取得時刻に関しては、蓄積が有限の時間で行われるため、蓄積期間中の中央値（図中の平行四辺形の重心位置）で代表させることとし、それぞれ $t(1) \sim t(12)$ とする。ステップS106では、システム制御部102が、このように1.66ms間隔でフリッカー検出用の画像を撮像素子101に取得させる。

【0054】

ステップS106でフリッカー検出用の画像を取得し終わったら、システム制御部102は、ステップS107において、 $AE(1) \sim AE(12)$ を用いてフリッカー検出演算を行う。

【0055】

フリッカー検出演算では、システム制御部102は、まず $AE(1) \sim AE(12)$ からフリッカーの周波数判定で使用する評価値を算出する。フリッカー周波数判定に使用する評価値を、本実施形態では次式により定義することとする。

【0056】

【数1】

$$SAD(m) = \sum_{i=1}^6 |AE(n) - AE(n+m)|$$

10

20

【0057】

SADとはSum of Absolute Differenceの略であり、パターンマッチングの分野などで使われる、類似度を表す指標である。mは、12回の測光を行ったうちのn回目の測光結果 $AE(n)$ に対し、何回先の測光値との類似度を計算するかを意味する数値であるから、 $SAD(m)$ とは、 $(1.66 \times m)$ ms経過後の測光値との類似度を算出する式である。式から分かるように、類似度が高いほど、 $SAD(m)$ の値は小さくなる。

【0058】

例えば、100Hzのフリッカーが存在する環境下では、フリッカー周期は約10msであり、測光周期1.66msとの関係は、 $10 \div 1.66 \approx 6$ であるから、図6(a)に示すように、蓄積のタイミングによらず、6回周期で同じ測光値が得られる。すなわち、 $AE(n) \sim AE(n+6)$ の関係となる。この性質から、100Hzのフリッカーが存在する環境下で $SAD(6)$ を計算すると、 $SAD(6) = 0$ となる。更に、100Hzのフリッカーの存在を検出するために、 $SAD(3)$ も計算する。 $SAD(3)$ は、 $1.66 \times 3 = 5$ ms経過後の測光値との類似度を計算した値となる。100Hzのフリッカーが存在する環境下では、5msずれたタイミングの測光値は逆相の関係となるため、 $SAD(3)$ は $SAD(6)$ に対して非常に大きな値となる。つまり、 $SAD(3)$ が大きく、 $SAD(6)$ が小さくなる場合は、100Hzフリッカーが存在すると考えられる。また、 $SAD(3)$ は逆相の関係のタイミングの測光値の差分であるから、振幅の大きなフリッカー環境下では、 $SAD(3)$ の値は大きくなる。

30

40

【0059】

同様の考え方から、120Hzのフリッカーが存在する環境下では、 $SAD(5)$ と $SAD(3)$ を計算すればよい。120Hzのフリッカーが存在する環境下では、光源の点灯周期は8.333msであるため、図6(b)に示すように $AE(n) \sim AE(n+5)$ となり、 $SAD(5) = 0$ となる。また、120Hzのフリッカーでは、完全に逆相の関係になるのは4.16ms経過後であり、4.16ms経過後の波形との類似度を判定するのが理想的である。しかし、4.16msはフレーム周期1.66msの整数倍ではないため、これに比較的近い値として、5ms経過後の波形との類似度を示す $SAD(3)$ の値で代用する。120Hzのフリッカーが存在する環境下でも、 $SAD(3)$ は逆相

50

に近い類似度を示すため、 $SAD(3)$ は $SAD(5)$ に対して非常に大きな値となり、またフリッカーの振幅が大きいほど、 $SAD(3)$ の値も大きくなる。

【0060】

以上のことから、 $SAD(6)$ 、 $SAD(5)$ 、 $SAD(3)$ を計算し、これらを使用して最終的なフリッカーの周波数判定を行う。既に説明したように、 100Hz のフリッカーが存在する環境下では、 $SAD(3)$ は $SAD(6)$ と比較して非常に大きな値となる。よって、横軸に $SAD(3)$ 、縦軸に $SAD(6)$ をとった図7(a)に示すような平面を考えると、 100Hz のフリッカーが存在する環境下では、この平面の相対的に右下の領域にプロットが得られることになる。すなわち、図7(a)に示すような領域分割で 100Hz と判定する領域と、 100Hz ではないと判定する領域を設定すれば、プロットの位置から、精度良く 100Hz のフリッカーであるか否かを判定することができる。

10

【0061】

同様に横軸に $SAD(3)$ 、縦軸に $SAD(5)$ をとった図7(b)に示す平面の領域分割により、 120Hz のフリッカーであるか否かを判定することができる。

【0062】

なお、図7(a)、図7(b)に示した領域分割線はあくまで一例であり、その傾きや折れ曲がるポイントは、これに限定されるものではない。

【0063】

図7(a)に示す平面でのプロット位置から 100Hz のフリッカーの有無が判定でき、図7(b)に示す平面でのプロット位置から 120Hz のフリッカーの有無が判定できるので、最後にこれらの判定結果を統合する処理を行う。

20

【0064】

統合処理は、図7(c)に示す表に基づいて行われる。以下、この表について説明する。 100Hz のフリッカーが存在する場合は、図7(a)の判定結果は「 100Hz 」となり、図7(b)の判定結果は「 120Hz ではない」となるため、図7(c)の左下のボックスは「 100Hz 」となる。同様の考え方で、図7(c)の右上のボックスは「 120Hz 」となる。

【0065】

フリッカーが存在せず、DC的な定常光が被写体となっている場合は、測光値は時間的に変化しないため、

30

$AE(1)$ $AE(2)$ $AE(3)$... $AE(12)$

であり、これにより

$SAD(6)$ $SAD(5)$ $SAD(3)$ 0

となる。つまりDC環境下では図7(a)、図7(b)の両平面の原点付近にプロットが得られることとなり、図7(a)の判定結果は「 100Hz ではない」、図7(b)の判定結果は「 120Hz ではない」となる。よって、図7(c)の表の右下のボックスは輝度変化が無いDC判定となる。

【0066】

また、図7(c)の表の左上のボックスは、「 100Hz 」であり、「 120Hz 」でもあるという場合である。通常であればこのような判定結果が得られることは考えにくい。仮に被写体の移動やパンニング動作などによって、 $AE(1) \sim AE(12)$ を取得中の被写体と同じでない場合などは、このような結果になる可能性もある。よって、このような場合は、フリッカー検出エラーという意味合いで、DC判定とする。以上のようにして、システム制御部102は、ステップS107において、フリッカーの有無とその周波数を判定する。

40

【0067】

以上がフリッカー判定の詳細であるが、ここで図7(a)を用いて、フリッカーの振幅が大きいほど、フリッカーを安定して検出できることについて説明する。既に説明したように、フリッカーの振幅が大きいほど、 $SAD(3)$ の値は大きくなる。フリッカーの判定閾値として、図7(a)に示した $SAD(3) = A$ が存在するが、この閾値によって、

50

検出可能なフリッカーの振幅が決まる。すなわち、振幅が小さいフリッカーは、 $SAD(3) < A$ となり、フリッカーと判定できない。そこで A の値を小さくすると、より小さなフリッカーを検出することができるが、既に説明したように、DC 環境下（フリッカー無し）では、原点付近にプロットが得られる。DC 環境下でも、特に暗い状態では、ノイズによって $AE(1)$ $AE(2)$ $AE(3)$... $AE(12)$ が成り立たず、原点に対して広がりを持って分布する場合がある。そのため、 A の値を小さくし過ぎると、DC 環境下において、フリッカーありと誤判定してしまうことになる。つまり A の値を小さくするにも限界がある。しかし、図 5 のフリッカー線図のように露光時間を出来るだけ短くすると、フリッカーの振幅は見かけ上大きく検出され、これに伴い $SAD(3)$ の値も大きくなり、同じ A の値でも、より小さな振幅のフリッカーまで検出できるようになる。

10

【0068】

また、100 Hz のフリッカーが存在する環境下で、複数回フリッカーを検出した際に、図 7 (a) の B に示すエリア内にプロットが得られていたとする。理想的な 100 Hz のフリッカーが存在する環境下であれば、 $SAD(6) = 0$ なので、B で示すエリアはグラフの下端部に位置することになる。ただし、実際にステップ S 106 でフリッカー検出用画像を撮影する際には、ライブビュー表示のピントを適切に保つため、撮影レンズのフォーカシングレンズ 202 が動いたり、ユーザーのパンニングや、被写体の変化などの外乱がある。外乱があると、図 6 (a) のような同じ形の光量変化が 2 周期観測されるのではなく、1 周期目と 2 周期目のグラフの形が変わる。そのため、 $SAD(6) = 0$ が成り立たず、 $SAD(6) > 0$ となり、例えば図 7 (a) の C で示すエリアにプロットがずれる。C のエリアは判定閾値をまたぐので、フリッカー無しと誤判定されてしまう場合が発生する。しかし、このような場合でも、図 5 のフリッカー線図を用いることにより露光時間をできるだけ短くすると、 $SAD(3)$ の値が大きくなる。これにより、エリア B、C はそれぞれエリア B'、C' として観測され、フリッカー無しと誤判定されにくくなる効果がある。以上は 100 Hz のフリッカーが存在する環境での例であるが、120 Hz のフリッカーが存在する環境でも同様である。

20

【0069】

ステップ S 107 でフリッカーの検出が完了した後、ステップ S 108 では、システム制御部 102 は、ステップ S 106 で取得したフリッカー検出用画像とセットで取得したライブビュー用画像を用いて測光を行う。その後、ステップ S 103 へ処理を戻す。

30

【0070】

一方、ステップ S 104 で、最後に測光したタイミングから 200 ms 経過していなかった場合は、システム制御部 102 が処理をステップ S 109 に進める。最後に測光したタイミングから 200 ms 経過していない場合は、そのまま次のフレームのライブビュー撮影を行うため、基本的にはステップ S 103 へ戻る。このステップ S 103 ~ S 109 を繰り返すことにより、6 フレームに 1 回、測光とフリッカー検知を行いつつ、ライブビュー表示を継続する処理を実現する。ただし、途中のステップ S 109 でユーザーによる撮影指示操作が入力された場合は、システム制御部 102 は、ライブビュー動作を中断し、ステップ S 110 の撮影動作のシーケンスへ処理を切り替える。ステップ S 110 における撮影動作は、本発明の主旨に直接関係しないため、説明を省略する。

40

【0071】

以上説明したように、本実施形態では、フリッカー検出用の画像の撮影時の方が、同一輝度の被写体に対して、静止画像やライブビュー画像の撮影時よりも短秒側のシャッター速度（露光時間）を設定する。これにより、フリッカーの見かけ上の振幅が大きくなり、安定してフリッカーを検出することが可能となる。

【0072】

（他の実施形態）

また本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現できる。

50

また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現できる。

【００７３】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【符号の説明】

【００７４】

１０１：撮像素子、１０２：システム制御部、１０３：メモリ、２０１：レンズ制御部、
２０３：レンズ駆動部、２０４：絞り、２０５：絞り駆動部

10

20

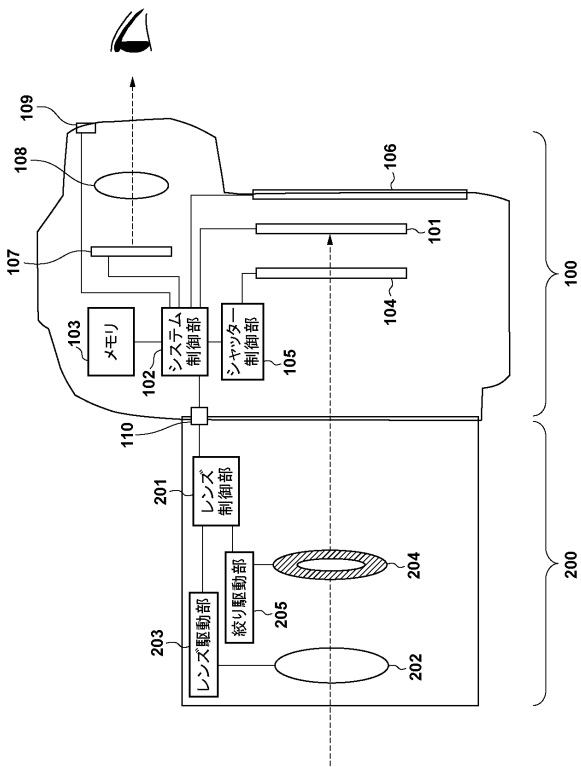
30

40

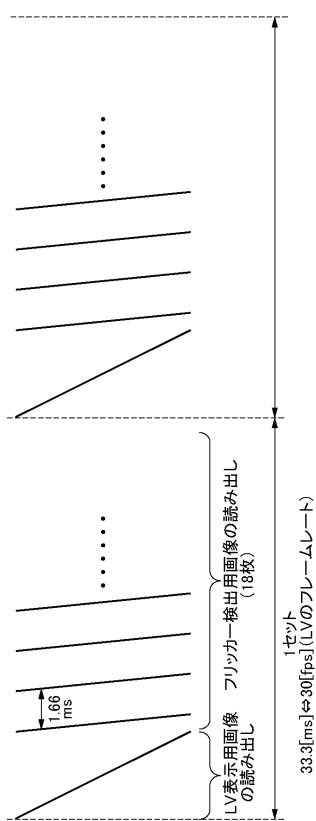
50

【図面】

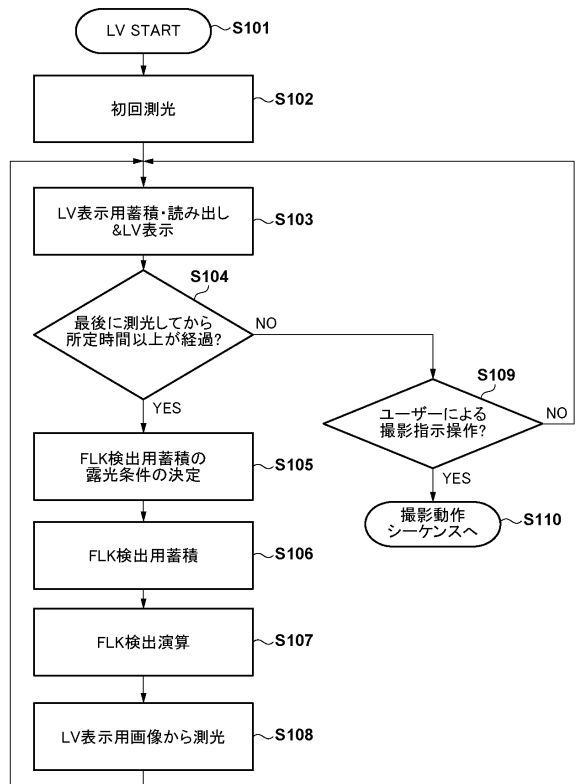
【図 1】



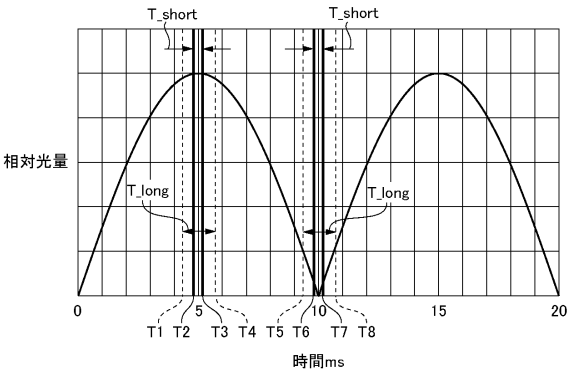
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

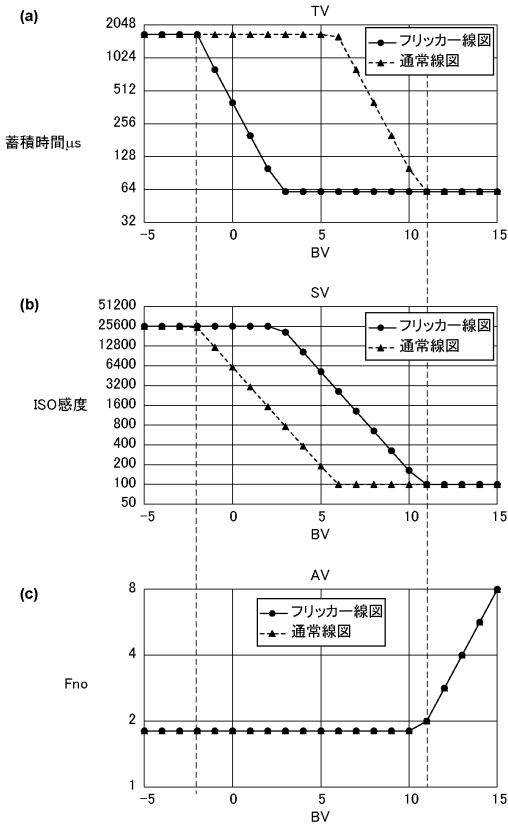
20

30

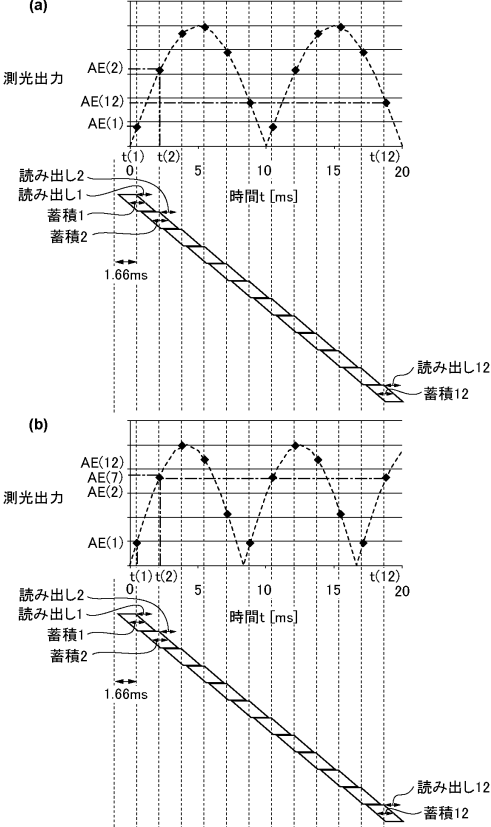
40

50

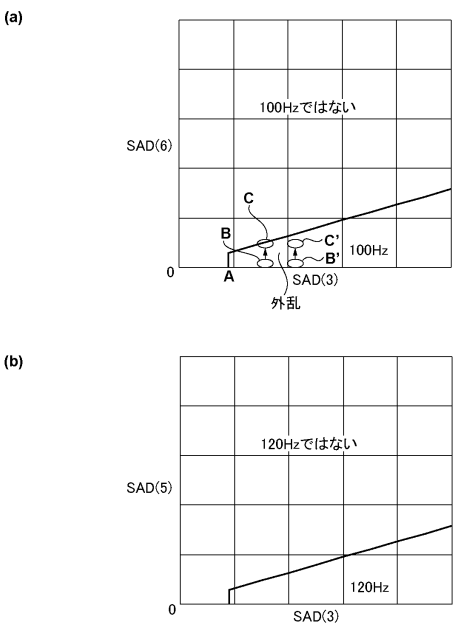
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



(c)

		図7(a)での判定結果	
		100Hz	100Hzではない
図7(b)での判定結果	120Hz	DC	120Hz
	120Hzではない	100Hz	DC

10

20

30

40

50

(51) 国際特許分類

FI

H 0 4 N 23/76

特開 2016-039596 (JP, A)

(Int.Cl., D B 名)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 4 N 2 3 / 7 4 5

G 0 3 B 7 / 0 0