

(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

H 04 N	23/745 (2023.01)	F I	H 04 N	23/745
G 03 B	7/091 (2021.01)		G 03 B	7/091
H 04 N	23/72 (2023.01)		H 04 N	23/72
H 04 N	23/73 (2023.01)		H 04 N	23/73
H 04 N	23/75 (2023.01)		H 04 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)
(22)出願日 令和3年4月20日(2021.4.20)
(65)公開番号 特開2022-165817(P2022-165817)
A)
(43)公開日 令和4年11月1日(2022.11.1)
審査請求日 令和6年4月16日(2024.4.16)

(73)特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74)代理人 110003281
弁理士法人大塚国際特許事務所
菅原 淳史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
キヤノン株式会社内
審査官 うし 田 真悟

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。

【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

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つた場合には、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つた場合に、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つて、

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cker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ckerのピーク位置で露光を行ったり、露光時間をフリッcker周期の整数倍に設定したりすることにより、フリッcker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ckerの影響を軽減する手法を用いるには、フリッcker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ckerの有無と周波数を判定する例が示されている。

【0005】

また、特許文献2には、フリッcker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】

10

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2017-11352号公報

【文献】特開2020-80512号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

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cker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cker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cker検出の性能は低下する。

20

【0008】

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cker検出動作を実施しようとすると、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cker検出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。

【0009】

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cker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。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

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cker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。

40

【発明の効果】

【0011】

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ckerを検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【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cker検出動作を示すフローチャート。

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cker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cker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。

20

【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。

【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、電気的に接続される。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と一体となっていてもよい。

30

【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。

【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。

40

【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。

【0022】

撮像素子101で取得した画像の表示先として、背面モニタ106とファインダー表示部107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109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107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108を通してファインダー表示部107に表示された被写体を確認する。一方、接眼検知部109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106に画像が表示される。

10

【0023】

次に、ライブビューモード時の撮像素子101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101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。

20

【0024】

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101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101の読み出しタイミングを示している。

20

【0025】

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cker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cker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cker検出用の画像の取得は、撮像素子101の電子シャッター動作により行われる。

【0026】

フリッcker検出用の画像は、 $600 \text{ f p s} (1.66 \text{ ms})$ で複数枚撮影される。本実施形態では、1セットが $33.3 [\text{ms}]$ 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、 $1 (\text{s}) / 33.3 (\text{ms}) = 30 [\text{f p s}]$ である。また、1セット内で、フリッcker検出用の画像は18枚取得可能とする。なお、1セットの後半のフリッcker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cker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cker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

【0027】

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cker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102が、メモリ103のROMに記憶されたプログラムをRAMに展開して実行することにより実現される。

40

【0028】

ステップS101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102は、まず初めにステップS102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。

【0029】

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（AV（絞り値）、TV（シャッター速度、蓄積時間）、ISO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 T V 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 S 1 0 3 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。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 0 3 では、システム制御部 1 0 2 は、ステップ S 1 0 2 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 1 0 6 、もしくはファインダー表示部 1 0 7 に表示する。ユーザーは、ステップ S 1 0 2 以降、背面モニター 1 0 6 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

【 0 0 3 1 】

ステップ S 1 0 4 では、システム制御部 1 0 2 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 S 1 0 5 に処理を進め、そうでない場合は、ステップ S 1 0 9 に処理を進める。

【 0 0 3 2 】

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

【 0 0 3 3 】

以上のことから、本実施形態においては、ステップ S 1 0 4 における所定時間を 2 0 0 m s 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 3 0 f p s 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。

【 0 0 3 4 】

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cker 検出を行わないとため、セットの動作の後半のフリッcker 検出用画像の取得を省略することとする。

30

【 0 0 3 5 】

なお、本実施形態では、測光とフリッcker 検知の頻度を、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cker 検知の頻度を別々に設定してもよい。ステップ S 1 0 4 で、システム制御部 1 0 2 が最後の測光を行ってから 2 0 0 m s 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cker 検出動作を行うステップ S 1 0 5 へ処理を進める。また、2 0 0 m s が経過していないと判定した場合は、ステップ S 1 0 9 へ処理を進める。

40

【 0 0 3 6 】

次に、ステップ S 1 0 5 ~ S 1 0 8 でのフリッcker の検出動作、測光動作を行う処理について説明する。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 0 5 では、システム制御部 1 0 2 は、フリッcker 検出用の画像の露出制御値を決定する。詳細はステップ S 1 0 7 で説明するが、一般にフリッcker の検出動作において、検出対象となるフリッcker の明暗の振幅比が大きいほど、安定してフリッcker を検出可能である。フリッcker 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cker 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

【0038】

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100Hz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cker検出用の画像の露光を行うタイミングを、T1～T8で示している。

【0039】

フリッckerの検出においては、フリッcker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ckerを検出する。ここで、例えばフリッcker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cker検出用の画像を露光する場合を考える。図4で、フリッckerのピークタイミング近傍の期間T2～T3(時間幅T_short)で撮影した画像の全画面平均出力をA(T2, T3)とする。同様に同じ時間幅T_shortで、フリッckerのボトムタイミングの近傍の期間T6～T7で撮影した画像の全画面平均出力をA(T6, T7)とする。この場合、検出上の見かけの振幅比AMP_shortは、以下の式で算出される。

10

【0040】

$$\text{AMP_short} = A(T2, T3) / A(T6, T7)$$

一方で、同様にフリッcker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_longで露光した場合の振幅比AMP_longは、以下の式で算出される。

20

【0041】

$$\text{AMP_long} = A(T1, T4) / A(T5, T8)$$

ここで、A(T2, T3)とA(T1, T4)を比べると、A(T2, T3)は露光時間が短いため、フリッckerのピーク付近のみで露光しているのに対して、A(T1, T4)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当たりに換算すると、A(T2, T3)の方がA(T1, T4)より大きな値となる。

【0042】

同様にボトム近傍のA(T6, T7)とA(T5, T8)を比べると、A(T6, T7)がよりボトム付近のみで露光しているのに対して、A(T5, T8)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当たりに換算すると、A(T6, T7)の方がA(T5, T8)より小さくなる。

30

【0043】

以上のことから、AMP_short > AMP_longとなり、フリッcker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ことが分かる。これを踏まえて、フリッcker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S105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。

【0044】

図5は、横軸に明るさをとり、縦軸に露光時間、ISO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101に達する光の量と、撮像素子101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き、このグラフに沿って露出制御値が一意に定まる。

40

【0045】

図5では、フリッcker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に線図(以下、「フリッcker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101の最短露光時間は1/16384sec(61μs)であり、フリッcker検出用画像は600fpsで取得されるため、最長露光時間は1666μsとなる。また、ISO感度は最小値が100、最大値が25600とする。絞りに関しては、

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によって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 $1666 \mu s$ になってしまふため、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が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が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cker 検出用の撮影 (露光) においては、フリッcker 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cker 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cker 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cker 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cker 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) が設定されることである。

30

【 0 0 5 1 】

図 3 のステップ S 1 0 5 では、上記のようなフリッcker 線図に基づいて、フリッcker 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 1 0 5 でフリッcker 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 1 0 6 で実際にフリッcker 検出用の画像の取得を行う。

40

【 0 0 5 3 】

図 6 (a) は、フリッcker 検出用の蓄積を行い、100 Hz のフリッcker 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cker 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cker 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)～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)～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)～AE(12)を用いてフリッcker検出演算を行う。

【0055】

フリッcker検出演算では、システム制御部102は、まずAE(1)～AE(12)からフリッckerの周波数判定で使用する評価値を算出する。フリッcker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ckerが存在する環境下では、フリッcker周期は約10msであり、測光周期1.66msとの関係は、 $10 \div 1.66 = 6$ 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)～AE(n+6)の関係となる。この性質から、100Hzのフリッcker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cker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cker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cker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cker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cker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cker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)～AE(n+5)となり、SAD(5)=0となる。また、120Hzのフリッcker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cker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、S A D (3) は S A D (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、S A D (3) の値も大きくなる。

【 0 0 6 0 】

以上のことから、S A D (6)、S A D (5)、S A D (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、1 0 0 H z のフリッカーが存在する環境下では、S A D (3) は S A D (6) と比較して非常に大きな値となる。よって、横軸に S A D (3) 、縦軸に S A D (6) をとった図 7 (a) に示すような平面を考えると、1 0 0 H z のフリッcker 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 1 0 0 H z と判定する領域と、1 0 0 H z 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 1 0 0 H z のフリッcker であるか否かを判定することができる。
10

【 0 0 6 1 】

同様に横軸に S A D (3) 、縦軸に S A D (5) をとった図 7 (b) に示す平面の領域分割により、1 2 0 H z のフリッcker であるか否かを判定することができる。

【 0 0 6 2 】

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。

【 0 0 6 3 】

図 7 (a) に示す平面でのプロット位置から 1 0 0 H z のフリッcker 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 1 2 0 H z のフリッcker 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

【 0 0 6 4 】

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。1 0 0 H z のフリッcker が存在する場合は、図 7 (a) の判定結果は「1 0 0 H z」となり、図 7 (b) の判定結果は「1 2 0 H z ではない」となるため、図 7 (c) の左下のボックスは「1 0 0 H z」となる。同様の考え方で、図 7 (c) の右上のボックスは「1 2 0 H z」となる。

【 0 0 6 5 】

フリッcker 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

A E (1) A E (2) A E (3) ... A E (1 2)
であり、これにより

S A D (6) S A D (5) S A D (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「1 0 0 H z ではない」、図 7 (b) の判定結果は「1 2 0 H z 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。

【 0 0 6 6 】

また、図 7 (c) の表の左上のボックスは、「1 0 0 H z」であり、「1 2 0 H z」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が、仮に被写体の移動やパンニング動作などによって、A E (1) ~ A E (1 2) を取得中の被写体が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cker 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 1 0 2 は、ステップ S 1 0 7 において、フリッcker の有無とその周波数を判定する。
40

【 0 0 6 7 】

以上がフリッcker 判定の詳細であるが、ここで図 7 (a) を用いて、フリッcker の振幅が大きいほど、フリッcker 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cker の振幅が大きいほど、S A D (3) の値は大きくなる。フリッcker の判定閾値として、図 7 (a) に示した S A D (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、S A D (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ckerを検出することができるが、既に説明したように、D C 環境下（フリッcker無し）では、原点付近にプロットが得られる。D C 環境下でも、特に暗い状態では、ノイズによって A E (1) A E (2) A E (3) ... A E (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、D C 環境下において、フリッcker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cker線図のように露光時間を出来るだけ短くすると、フリッckerの振幅は見かけ上大きく検出され、これに伴い S A D (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ckerまで検出できるようになる。

10

【0068】

また、100 Hz のフリッckerが存在する環境下で、複数回フリッcker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ckerが存在する環境下であれば、S A D (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cker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、S A D (6) = 0 が成り立たず、S A D (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cker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cker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、S A D (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cker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ckerが存在する環境での例であるが、120 Hz のフリッcker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cker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cker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cker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cker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ckerの見かけ上の振幅が大きくなり、安定してフリッcker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ー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、A S I C）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

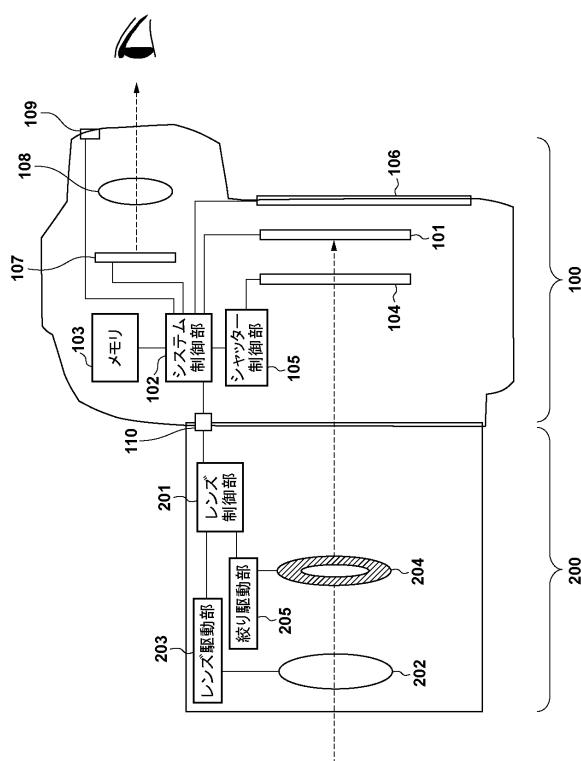
30

40

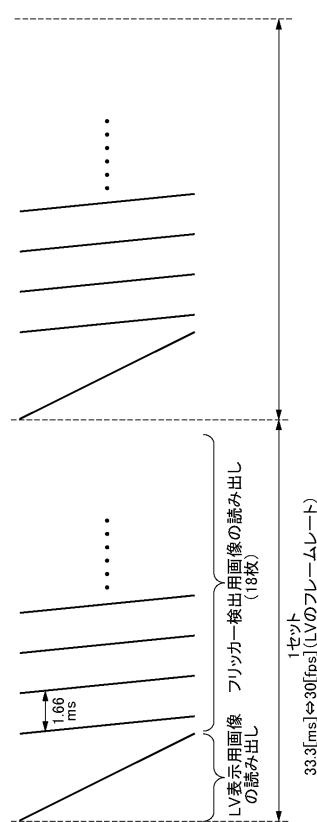
50

【図面】

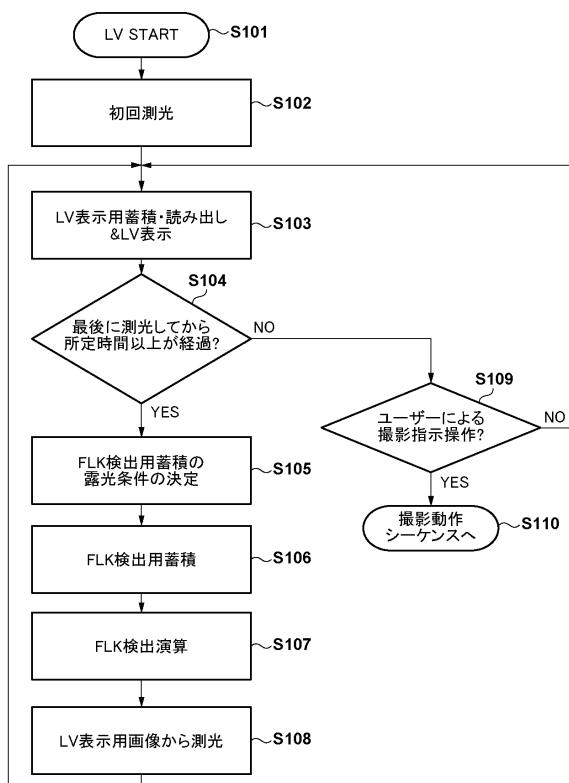
【図 1】



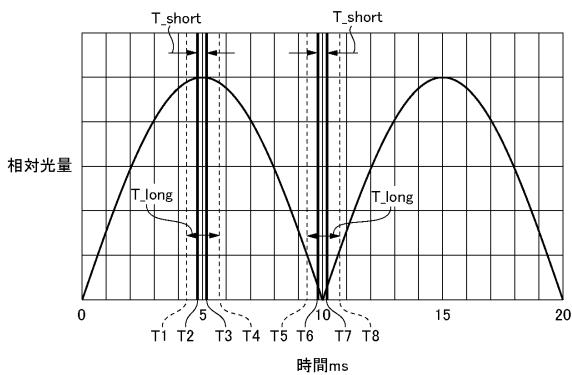
【図 2】



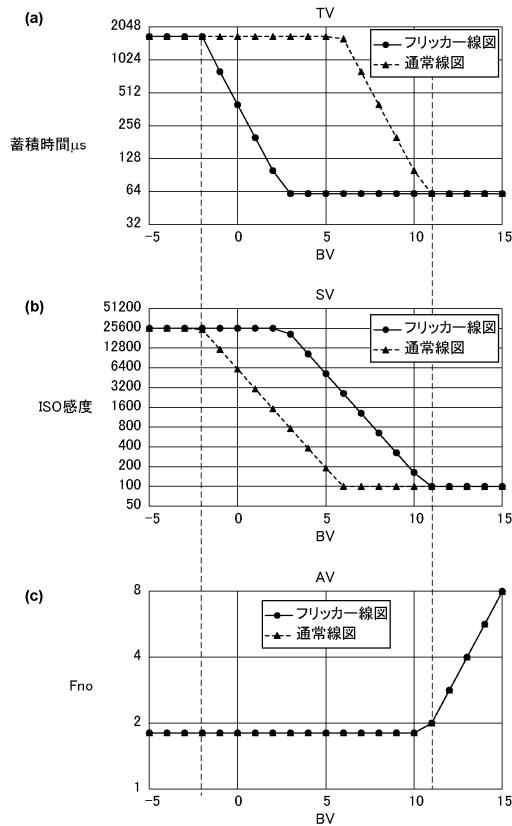
【図 3】



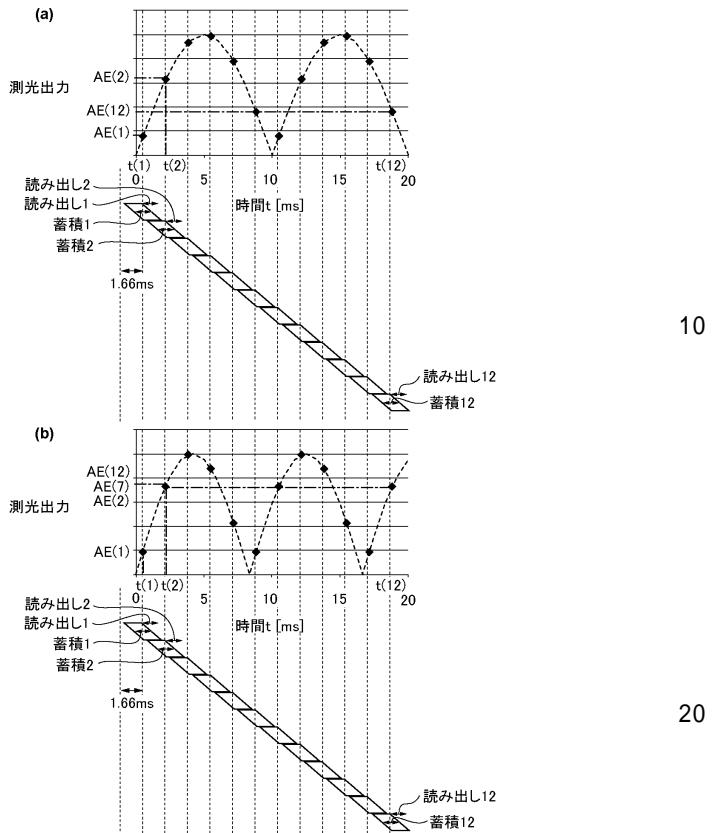
【図 4】



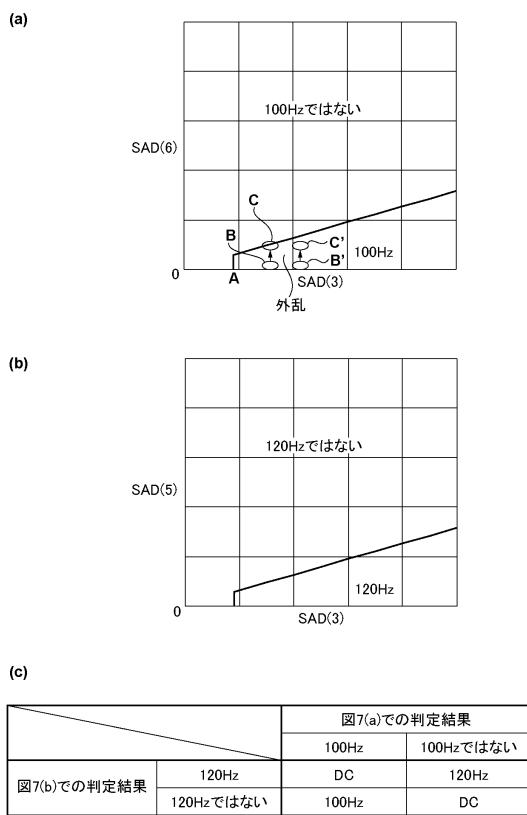
【図5】



【図6】



【図7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
H 04N 23/76 (2023.01) H 04N 23/76

(56)参考文献 特開2012-160785(JP,A)
特開2016-039596(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H 04N 23/745
G 03B 7/00