

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4837406号
(P4837406)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl.	F I
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 Z
H O 4 N 101/00 (2006.01)	H O 4 N 101:00

請求項の数 4 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-65490 (P2006-65490)	(73) 特許権者	504371974 オリンパスイメージング株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22) 出願日	平成18年3月10日(2006.3.10)	(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43番2号
(65) 公開番号	特開2007-243775 (P2007-243775A)	(74) 代理人	100109209 弁理士 小林 一任
(43) 公開日	平成19年9月20日(2007.9.20)	(72) 発明者	山崎 正文 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ ンパスイメージング株式会社内
審査請求日	平成20年12月2日(2008.12.2)	審査官	田村 誠治
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 電子的ぶれ補正装置および電子的ぶれ補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続して時分割撮像を行って得られた複数の時分割画像の、相互のぶれが補正された合成画像を生成する電子的ぶれ補正装置であって、

アベックス演算式に基づく適正露光時間を演算する露光時間演算部と、

所定の時分割露光時間で複数の時分割画像を撮像する撮像素子と、

上記複数の時分割画像を上記撮像素子から、一定の読み出し周期で読み出す画像読み出し部と、

上記適正露光時間及びぶれを許容可能な限界露光時間が上記一定の読み出し周期よりも長いとき、上記所定の時分割露光時間を上記一定の読み出し周期の整数倍になるように制御する時分割露光時間制御部と、

上記撮像素子から読み出された上記複数の時分割画像の相互のぶれを補正するぶれ補正部と、

上記ぶれ補正部により補正された複数画像を合成する画像合成部と、

を備えたことを特徴とする電子的ぶれ補正装置。

【請求項 2】

上記一定の読み出し周期を T_f 、上記ぶれを許容可能な限界露光時間を T_{Limit} 、実数 T_{Limit} / T_f の小数点以下を切り捨てた値又は小数点以下を切り上げた値のいずれかを k とするとき、 $k \times T_f$ を上記時分割撮像の露光時間 T_{exp} とすることを特徴とする請求項 1 に記載の電子的ぶれ補正装置。

10

20

【請求項 3】

上記適正露光時間を T_{exp} とするとき、実数 T_{exp} / T_{exp} の小数点以下を切り上げた値又は小数点以下を切り捨てた値のいずれかを m とするとき、時分割撮像を m 回行うことを特徴とする請求項 2 に記載の電子的ぶれ補正装置。

【請求項 4】

連続して時分割撮影を行って得られた複数の時分割画像の相互のぶれを補正して、このぶれが補正された複数の時分割画像を合成して合成画像を生成する電子的ぶれ補正方法であって、

アベックス演算式に基づいて演算された適正露光時間及びぶれを許容可能な限界露光時間が上記複数の時分割画像を撮像素子から読み出す際の一定の読み出し周期よりも長いとき、該一定の読み出し周期の整数倍の時分割露光時間で上記時分割画像を撮像するステップと、

上記撮像素子から読み出された上記複数の時分割画像の相互のぶれを補正するステップと、

上記相互のぶれが補正された複数の画像を合成するステップと、
を備えたことを特徴とする電子的ぶれ補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手ぶれ等による像のぶれを効果的に補正することができる電子的ぶれ補正装置および電子的ぶれ補正方法に関し、特に、ぶれを許容可能な露光時間で連続的に撮影した複数画像の相互のぶれを補正し、ぶれが補正された画像を合成する電子的ぶれ補正装置および電子的ぶれ補正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

撮影装置において静止画を撮影する場合に撮影者の手ぶれの影響で、撮影画像にぶれが生じすることは従来から知られており、これを防止するために種々の対策がとられている。例えば、特許文献 1 には、ぶれを許容できるような高速の露光時間で複数回の連続した撮影を行って得た複数画像の相互のぶれを補正してから、これらの複数画像を加算することによりぶれ補正された合成画像を生成する撮像装置が開示されている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 86398

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通常、撮像素子から画像を読み出すには数十 msec から数百 msec の時間を要する。また、ぶれを許容できる露光時間として、経験的に 35 mm フィルムカメラの撮影レンズの焦点距離を f [mm] とすると $1/f$ [sec] とすることが多い。したがって、例えば焦点距離 $f = 100$ [mm] の撮影レンズで撮影する場合、ぶれを許容可能な露光時間 t は、 $t = 1/100$ [sec] = 10 [msec] となる。特許文献 1 に示されるようなぶれ補正方式においては、カメラの撮像素子から画像を読み出す周期を、例えば 100 [msec] とすると、この読み出し周期の $1/10$ の時間で間歇的に露光して読み出した複数の画像の時分割画像の相互のぶれを補正してから合成することになる。このとき、時分割画像の露光が終了してから次の時分割画像の露光までは、画像の読み出し周期より早くできないため、上記例では、 10 [msec] の露光を終了してから、 90 [msec] 待ってから次の時分割画像の露光が開始される。このため、 90 [msec] 間は露光されないため、例えば主要被写体のぶれは補正されたとしても、背景に動く被写体が存在する場合には、通常の撮影とは異なった画像になってしまう。

【0005】

具体例を挙げると、背景にボールが飛んでいた場合、通常の撮影ではボールの軌跡が連

10

20

30

40

50

続的に写しこまれる。しかし、ぶれ補正のために時分割露光を上述のような間隔で行っていたとすると、10[msec]間のボールの動きは露光されるが、続く90[msec]間は露光されない。これの繰り返しなので、ボールは点々に軌跡を描くように撮影されてしまう。また、一般的には、静止被写体と動体被写体とが混在するような被写体において、動体被写体も主要な作画意図のもとに撮影されることも多い。例えば、川の流れとその兩岸の静止被写体を、低速シャッタースピードで撮影すると、川の流れの動きとその周囲の被写体が調和して美しい写真が撮影することができる。しかし、ぶれ補正のために時分割露光を行った場合には、前述したように、動体被写体は点々とした軌跡で写しこまれ、意図した通りの作画とはならないおそれがある。

【0006】

10

本発明はこのような事情にかんがみてなされたものであって、ぶれを許容可能な露光時間で連続的に撮影された複数画像の相互のぶれを補正し、これらのぶれが補正された複数画像を合成する電子的ぶれ補正装置および電子的ぶれ補正方法において、上記複数画像の時分割露光時間が実質的に連続になるような露光時間制御を行う電子的ぶれ補正装置および電子的ぶれ補正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】

【0007】

上記目的を達成するために本発明の第1の発明に係わる電子的ぶれ補正装置は、連続して時分割撮像を行って得られた複数の時分割画像の、相互のぶれが補正された合成画像を生成する電子的ぶれ補正装置であって、アベックス演算式に基づく適正露光時間を演算する露光時間演算部と、所定の時分割露光時間で複数の時分割画像を撮像する撮像素子と、上記複数の時分割画像を上記撮像素子から、一定の読み出し周期で読み出す画像読み出し部と、上記適正露光時間及びぶれを許容可能な限界露光時間が上記一定の読み出し周期よりも長いとき、上記所定の時分割露光時間を上記一定の読み出し周期の整数倍になるように制御する時分割露光時間制御部と、上記撮像素子から読み出された上記複数の時分割画像の相互のぶれを補正するぶれ補正部と、上記ぶれ補正部により補正された複数の画像を合成する画像合成部を備えたことを特徴とする。

20

【0010】

また、第2の発明は、上記第1の発明において、上記一定の読み出し周期を T_f 、上記ぶれを許容可能な露光時間を T_{Limit} 、実数 T_{Limit} / T_f の小数点以下を切り捨てた値又は小数点以下を切り上げた値のいずれかを k とすると、 $k \times T_f$ を上記時分割撮像の露光時間 T_{exp} とすることを特徴とする。

30

【0012】

また、第3の発明は、上記第2の発明において、上記適正露光時間を T_{exp} とすると、実数 T_{exp} / T_{exp} の小数点以下を切り上げた値又は小数点以下を切り捨てた値のいずれかを m とすると、時分割撮像を m 回行うことを特徴とする。

【0013】

さらに、本発明の第4の発明に係わる電子的ぶれ補正方法は、連続して時分割撮像を行って得られた複数の時分割画像の相互のぶれを補正して、このぶれが補正された複数の時分割画像を合成して合成画像を生成する電子的ぶれ補正方法であって、アベックス演算式に基づいて演算された適正露光時間及びぶれを許容可能な限界露光時間が上記複数の時分割画像を撮像素子から読み出す際の一定の読み出し周期よりも長いとき、該一定の読み出し周期の整数倍の時分割露光時間で上記時分割画像を撮像するステップと、上記撮像素子から読み出された上記複数の時分割画像の相互のぶれを補正するステップと、上記相互のぶれが補正された複数の画像を合成するステップを備えたことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0014】

第1の発明および第4の発明によれば、アベックス演算式に基づいて演算された適正露光時間及びぶれを許容可能な限界露光時間が、複数の時分割画像を撮像素子から読み出す際の一定の読み出し周期よりも長いとき、該一定の読み出し周期の整数倍の時分割露光時

50

間で上記時分割画像を撮像するので、複数画像の時分割露光時間が実質的に連続的につながり、また、撮像素子から読み出された上記複数の時分割画像の相互のぶれを補正して合成するのでぶれが補正され、通常撮影と同様の画像を得ることができる。

【0015】

第2の発明によれば、時分割撮像の露光時間として、ぶれを許容可能な露光時間 T_{Limit} よりも短く、且つ時分割画像を読み出す周期を T_f の整数倍になるような最大の露光時間に設定することができる。

第3の発明によれば、 S/N の良好なぶれの補正された合成画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面に従って本発明を適用した電子撮像装置としての機能を有するデジタルカメラを用いて好ましい実施形態について説明する。

図1は本実施形態に係わるデジタルカメラの電氣的構成を主に示すブロック図である。このデジタルカメラは、二次元固体撮像素子（以下、適宜、撮像素子と略称する）1と、相関二重サンプリング回路（CDS：Correlated Double Sampling）2と、ゲインコントロールアンプ（AMP）3と、A/D変換器4と、タイミングジェネレータ（TG）5と、シグナルジェネレータ（SG）6と、CPU（Central Processing Unit）7と、情報処理部8と、DRAM（Dynamic Random Access Memory）9と、圧縮伸張部10と、記録媒体11と、表示部12と、バリエータレンズ13と、エンコーダ14と、フォーカスレンズ15と、フォーカスレンズ駆動系16と、絞り17と、絞り駆動系18と、第1レリーズスイッチ19aおよび第2レリーズスイッチ19bと、距離検出部20と、操作部21を含んでいる。なお、バリエータレンズ13、エンコーダ14、フォーカスレンズ15、フォーカスレンズ駆動系16、絞り17、絞り駆動系18は、撮影レンズ22を構成する。

【0017】

撮影レンズ22内のバリエータレンズ13は、焦点距離を設定するための光学系であり、エンコーダ14はバリエータレンズの焦点距離の焦点距離に対応した位置信号を検出するためのもので、検出した位置信号はCPU7によって読み取られ撮影レンズ22の焦点距離に変換される。フォーカスレンズ15は被写体に焦点を合わせるためのレンズであり、距離検出部20により検出された被写体距離に応じて、所望の被写体に焦点が合うように調節される。フォーカスレンズ駆動系16は、距離検出部20により検出された被写体距離情報に基づきCPU7から指令を受け、撮影レンズ22を合焦位置に駆動する。これは所謂オートフォーカス制御として公知の技術である。

【0018】

被写体距離検出部20は、被写体までの距離に関する情報を検出するものであって、DRAM9に記憶された1フレーム（1画面）分の画像データの輝度成分にハイパスフィルタなどを用いて高周波成分を抽出し、抽出した高周波成分の累積合成値を算出する等により高周波域側の輪郭成分等に対応したAF評価値を算出し、このAF評価値に基づいて焦点検出を行う。これらの演算処理はCPU7によって実行することができる。なお、被写体距離検出部20は、上述したような画像信号の高周波成分に基づく方法以外にも、公知の位相差法や光投射法など種々の検出方法に置き換えることは勿論かまわない。

【0019】

撮影レンズ22内に配置された絞り17は撮影レンズ22からの結像光束の通過範囲を規定することにより光量の調整を行う光学絞りであり、撮像光学系の一部である。絞り17はCPU7からの制御信号に基づき絞り駆動系18によって駆動される。測光部たるCPU7はDRAM9に記憶された画像データに基づき露出演算を行い、絞り駆動系18はCPU7から露出演算結果に基づく制御指令を受け、絞り17を駆動し、開口径を変更する。このような絞り制御は、いわゆるAE（自動露出）制御として公知である。

【0020】

撮影レンズ22を透過した被写体光束は撮像素子1上に結像し、この撮像素子1は結像

10

20

30

40

50

した被写体像を光電変換しアナログ電気信号として出力する。図2に撮像素子1の構成を示す。この撮像素子1は周知のインターライン型のCCD固体撮像素子である。垂直転送CCD(VCCD)31がフォトダイオード33の列とセットで配置され、VCCD31は撮像素子下部に配置された水平転送CCD(HCCD)32に接続されている。フォトダイオード33で光電変換された信号電荷は電荷蓄積動作により、それぞれの接合容量に蓄積される。蓄積期間(露光期間)が終了すると、転送ゲート(TP)34にシフトパルスが印加され、これらの電荷全画素同時に隣接するVCCD31にシフトされる。信号電荷読み出されるとフォトダイオード33は再びバイアスされた状態となり、信号電荷の蓄積が可能となる。VCCD31に読み出された信号電荷は、VCCD31の転送電極に加えらるクロックパルスに同期して、下方に転送される。最下端まで転送された時点で、VCCD31の1行分ずつの信号電荷がHCCD32に送られ、出力端まで順次転送される。1画面分の信号電荷が読み出されるとVCCD31は空の状態となり、再びフォトダイオード33に蓄積された次の信号電荷を読み出すことが可能となる。

10

【0021】

撮像素子1は周知の縦型オーバーフロー構造のCCD固体撮像素子を採用している。これはn型基板(例えば、n型シリコン基板)の表面に作られたp型拡散領域(pウェル:p-well)の中にフォトダイオード(PD)33を構成し、pウェルとn型基板との間の逆バイアス電圧VSUBにより、pウェルを完全に空乏化するようにしたものである。このVSUBに高電圧のパルスを印加することにより、フォトダイオード33に蓄積された電荷を基板側に排出することができる。したがって、この逆バイアス電圧VSUBの制御によりフォトダイオード33の電荷蓄積時間の制御が可能となる。なお、本実施形態では、撮像素子1としてインターライン型CCD固体撮像素子を採用したが、これに限る必要はなく、例えば、フレーム・インターライン・トランスファー型固体撮像素子でも良く、またMOS(Metal Oxide Semiconductor)型固体撮像素子でも勿論構わない。

20

【0022】

図1に戻り、撮像素子1に接続されたタイミングジェネレータ(TG)5は、CPU7からパルスを受け、撮像素子1を駆動するための転送パルスを供給し、また、後述するCDS2、A/D変換器4に対しても各種のパルスを供給する。TG5はCPU7から直接パルスを入力すると共に、シグナルジェネレータ(SG)6にも接続されている。このSG6はCPU7の制御に基づき同期信号を生成してTG5に出力する。

30

【0023】

撮像素子1の出力に接続されたCDS2は、TG5から供給されるサンプルホールドパルスに従って駆動し、撮像素子1から出力される画像信号に相関二重サンプリング等の処理を行い、リセットノイズを除去する。CDS2の出力に接続されたゲインコントロールアンプ(AMP)3は、CDS2から出力されるアナログ信号を増幅するものである。このAMP3の増幅率は、ISO(International Organization for Standardization)感度Svに応じた増幅率に設定されるようになっている。つまり、AMP3は、ISO感度変更部となっている。またAMP3の増幅率は、時分割撮像された画像の数が規定数に達しないとき、その不足分を補うために合成された画像を増幅するためにも用いられる。詳しくは後述するが、被写体輝度が低い等の事情によりシャッタ速度を遅くし、露光時間を長くすると手ぶれ等の影響を受け、画像がぶれてしまう。本実施形態においては、ぶれの影響が許容できる程度の限界露光時間で時分割露光を繰り返し、適正露光を得ると共に、時分割露光によって得た複数の画像を合成してぶれの影響を除去するようにしている。時分割露光を行うと1フレームの画像信号のレベルが低いので、AMP3によって、この不足分を補うように増幅している。

40

【0024】

図3にAMP3の構成を示す。リセットノイズを除去するためのCDS2の出力は、AMP3の初段を構成する増幅率A1の増幅器23に接続され、この増幅器23の出力は増幅率A2の増幅器24に接続され、この出力は後述するA/D変換器4に接続される。増幅率A1は時分割露光による露光不足を補うような値を、また、増幅率A2はISO感度

50

に応じた増幅率を設定する。

【 0 0 2 5 】

図 1 に戻り、AMP 3 の出力に接続された A / D 変換器 4 は、タイミングジェネレータ (T G) 5 から供給される信号に従って AMP 3 から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログ・デジタル変換部である。この A / D 変換器 4 の出力に接続された情報処理部 8 は、A / D 変換器 4 から出力されるデジタル形式の画素信号を処理し、画像データを生成するものである。この情報処理部 8 は、撮像素子 1 によって撮像されここで処理された複数の画像データ (時分割画像データ) を一時的に記憶するためのバッファメモリ 8 a を有している。

【 0 0 2 6 】

情報処理部 8 の出力に接続された D R A M 9 は、情報処理部 8 から出力される画像データを一時的に記憶するものであると共に、圧縮伸張部 1 0 により出力される画像データを一時的に記憶するものとなっている。なお、バッファメモリ 8 a が D R A M 9 の機能を兼用するようにしてもよいし、逆にバッファメモリ 8 a の機能を D R A M 9 が兼用するようにしてもよい。D R A M 9 に接続された圧縮伸張部 1 0 は、D R A M 9 に一時記憶された画像データを記録媒体 1 1 に記録するにあたって J P E G (Joint Photographic Coding Experts Group) 等の圧縮形式で圧縮処理を行うと共に、記録媒体 1 1 から読み出された圧縮画像データを伸張するものである。

【 0 0 2 7 】

圧縮伸張部 1 0 に接続された記録媒体 1 1 は、圧縮伸張部 1 0 により圧縮された画像データを記録する記録部であり、例えば、不揮発性の記録媒体となっており、xDピクチャーカード (登録商標)、コンパクトフラッシュ (登録商標)、SDメモリーカード (登録商標) またはメモリスティック (登録商標) 等の書換え可能な記録媒体であって、カメラ本体に対して装填可能となっている。前述した情報処理部 8 と D R A M 9 に接続された表示部 1 2 は、これらから出力される画像データを表示するモニタである。記録媒体 1 1 への記録は記録容量を少なくするために画像データを圧縮し、表示部 1 2 に表示するにあたっては圧縮画像データを伸張している。

【 0 0 2 8 】

C P U 7 に接続された第 1 レリーズスイッチ 1 9 a と第 2 レリーズスイッチ 1 9 b は、自動復帰型の 2 段スイッチで構成され、レリーズボタン (図示せず) が押し込まれた際に、第 1 レリーズスイッチ 1 9 a はオンとなり、さらに押し込まれた際に第 2 レリーズスイッチ 1 9 b はオンとなる。即ち、レリーズボタンの半押しで第 1 レリーズスイッチ 1 9 a がオンとなり、全押しで第 2 レリーズスイッチ 1 9 b がオンとなる。そして、第 1 レリーズスイッチ 1 9 a は、撮影準備動作の指示を入力するものであり、第 1 レリーズスイッチ 1 9 a がオンとなると、測距動作や測光動作が行われる。また、第 2 レリーズスイッチ 1 9 b は、撮影動作の指示を入力するものであり、第 2 レリーズスイッチ 1 9 b がオンとなると、撮像素子 1 により撮像動作が行われ、画像データが前述した作用により生成され、圧縮された後に記録媒体 1 1 に記録される。C P U 7 に接続された操作部 2 1 は、撮影者の操作に基づいて撮影モードやシャッタ速度値、絞り値などの各種の撮影条件を設定するための操作部である。

【 0 0 2 9 】

C P U 7 には、前述したように、第 1 レリーズスイッチ 1 9 a、第 2 レリーズスイッチ 1 9 b、エンコーダ 1 4、操作部 2 1 等からの信号が入力され、T G 5、S G 6 等に指令を出力する。また C P U 7 は、フォーカスレンズ駆動系 1 6、絞り駆動系 1 8、AMP 3、T G 5 に制御信号を出力する。さらに C P U 7 は情報処理部 8、D R A M 9 および距離検出部 2 0 と双方向に接続されており、これを含むこのデジタルカメラ全体を制御している。具体的には、C P U 7 は、上述したオートフォーカス制御や A E 制御を行うとともに、第 1 レリーズスイッチ 1 9 a および第 2 レリーズスイッチ 1 9 b からの静止画像の取り込みを指示する信号に基づき、撮像素子 1 の駆動制御を行う。また、C P U 7 は、絞り 1 7 の開口を変更する制御や撮像素子 1 の露光時間制御などを行う。そして、C P U 7 は、

10

20

30

40

50

操作部 21 からの出力に基づき、このデジタルカメラの撮影モードを設定し、またデジタルカメラに係わる撮影条件を設定する。

【0030】

次に、図 4 乃至図 7 に示すフローチャートを用いて本実施形態のデジタルカメラにおける時分割撮像制御の動作を説明する。

本デジタルカメラが動作をスタートすると、まず、ステップ S101 において第 1 レリーズスイッチ 19a がオンとなったか否かについて判定する。判定の結果、第 1 レリーズスイッチ 19a がオフの場合には、そのまま待機状態となり、第 1 レリーズスイッチ 19a がオンとなると、ステップ S102 に進み、ぶれ限界露光時間 TLimit を演算する。このぶれ限界露光時間 TLimit は、露光開始からのぶれ量が許容限界のぶれ量に達すると想定

10

【0031】

ぶれ限界露光時間 TLimit について説明すると、35 ミリフィルムカメラは、縦 24 mm × 横 36 mm (対角 43.28 mm) のいわゆるライカ版フレーム (別称: ダブルフレーム) サイズのフィルムが使用されている。この 35 ミリフィルムカメラに関する長年の経験則として、ミリメートル単位の撮影レンズの焦点距離を f としたときに、ぶれ限界露光時間 TLimit は、

$$TLimit = 1 / f \text{ (秒)} \cdots (1)$$

になることが知られている。本実施形態では、この経験則をデジタルカメラの撮像素子 1 の有効撮像エリア内に設定した撮影画枠の大きさを考慮のうえ、応用することにする。即ち、一般的にデジタルカメラにおいては、35 ミリフィルムカメラにおける焦点距離に相当する値を表示しているの、この 35 ミリカメラ相当の焦点距離を用い、ステップ S102 において、エンコード 14 によって検出された焦点距離 f の逆数を演算する。なお、ぶれ限界露光時間 TLimit は、必ずしも、 $1 / f$ で与えられる値を用いる必要はなく、要するに、ぶれが実質的に発生することのないような時分割露光時間を用いれば良い。したがって、ぶれ限界露光時間 TLimit は、概略、上記 (1) 式により与えられる露光時間よりも短い時間であれば構わない。

20

【0032】

続いて、ステップ S103 において、被写体の明るさを測定する。測光は、撮像素子 1 から繰り返し出力される画像信号のレベルをモニタして、被写体の明るさを演算する。即ち、撮像素子 1 から読み出された画像信号は、CDS 2 により処理されゲインコントロールアンプ 3 により増幅され、A/D 変換器 4 によりデジタル値に変換され、情報処理部 8 を経て DRAM 9 に一時記憶される。この DRAM 9 に記憶された画像データの中から、画像全体の中の例えば中央部付近の所定領域の画像データを CPU 7 が読み出し、そのレベルの合成平均値を求め、この合成平均値に基づいて被写体の明るさ (B_v) を演算する。

30

【0033】

測光が終わると、続いて、CPU 7 は、時分割撮像における露光時間 (時分割露光時間) T_{exp} や時分割撮像回数 m などの制御パラメータの演算を行う。以下、図 5 を参照しながらこの時分割撮像制御パラメータ演算のサブルーチンの動作を説明する。

40

まず、適正露光時間 (T_{exp}) を演算する (S201)。これは、ステップ S103 における測光で得られた明るさ B_v をもとに、アベックス演算により適正露光を得るに必要な露光時間を求めるものである。なお、アベックス演算は良く知られているように、

$$T_v + A_v = B_v + S_v \cdots (2)$$

の関係から、露光制御のパラメータを演算するものである (ここで、 T_v : Time Value A_v : Aperture Value B_v : Brightness Value S_v : Sensitive Value)。適正露光時間 T_{exp} は、露光時間のアベックス値 T_v を露光時間に変換したものである。次に、アベックス演算により絞り値 A_v を演算する (S202)。なお、露光時間 T_{exp} は測光に基づいて適正露光を得られる値を求めていたが、これに限らず、撮影者が手動で設定する 露光時間 としても良いことは勿論である。したがって、 T_{exp} は撮影者が望む一定の 露光時

50

間であればよい。絞り値も同様である。なお、(2)式の右辺の被写体輝度値はステップS103の測光にて求めた値であり、またISO感度値はデフォルト値または撮影者が操作部21によって入力した値である。したがって、(2)式の左辺の T_v と A_v は所定のプログラムラインに沿うように、適宜、演算される。

【0034】

次に、ステップS203に進み、ぶれ限界露光時間 T_{Limit} と露光時間 T_{exp} を比較する。もし $T_{Limit} < T_{exp}$ であれば、露光時間 T_{exp} がぶれ限界露光時間よりも長いので、ぶれ画像補正ができるように、時分割撮像を行うために、ステップS204に移行する。ステップS204において、画像を撮像素子1から読み出す周期である画像読み出し周期 T_f とぶれ限界露光時間 T_{Limit} を比較する。画像読み出し周期 T_f はフレーム読み出し回数
10
の変更等によって、またぶれ限界露光時間 T_{Limit} は焦点距離等によって変化するので、ぶれ限界露光時間 T_{Limit} と読み出し周期 T_f より時間の関係が変化するからである。ぶれ限界露光時間 T_{Limit} の方が長時間の場合、すなわち、 $T_f < T_{Limit}$ の場合には、時分割撮像を連続的に行うことが可能となる。この場合には、後述するように時分割撮像における撮像素子1の露光が連続するように、時分割露光時間 T_{exp} を画像読み出し周期 T_f の整数倍にする。このようにすることにより、時分割撮像により得られた複数の画像を合成した後の画像が通常撮影により得られた画像と同様の効果を有する。

【0035】

判定の結果、 $T_f < T_{Limit}$ であった場合には、ステップS205に進み、 $[T_{Limit} / T_f]$ を演算し、これを新たな変数 k としてメモリ $[k]$ に記憶する。なお、 $[x]$ は実数 x の小数点以下を切り捨てた整数を意味する。続いて、ステップS206にて、読み出し周期 T_f を k 倍した $k \cdot T_f$ を演算し、時分割露光時間 T_{exp} としてメモリ $[T_{exp}]$ に記憶する。このように、 T_{Limit} / T_f の小数点以下を切り捨てた整数値を k とし、時分割露光時間 T_{exp} を画像の読み出し周期 T_f の k 倍にしている。このため時分割露光時間
20
 T_{exp} を画像の読み出し周期 T_f の整数倍にでき、且つ、ぶれ限界露光時間 T_{Limit} よりも短く設定できるので、複数の連続する時分割撮像における露光時間が連続すると共に、ぶれを許容可能な時分割画像を得ることができる。すなわち、時分割露光時間 T_{exp} はぶれ限界露光時間 T_{Limit} よりも短くすることができるので、ぶれ補正を行うことができ、且つ、時分割露光が連続して行われ、露光していない時間がなくなることから、高速で移動する動体の軌跡が点々となることはなくなる。なお、ステップS206においては、
30
 T_{Limit} / T_f の小数点以下を切り捨てた値を k としたが、 T_{Limit} / T_f が1に比べて大きな値(例えば4以上)のときや、必ずしも高い精度のぶれ補正を望まない場合は、 T_{Limit} / T_f の近傍の整数値、例えば小数点以下を切り上げた値又は小数点以下を四捨五入した値を k としてもよい。 T_{Limit} は経験的に得られた平均的なものであり厳密なものではないからである。

【0036】

次に、ステップS207に進み、 T_{exp} / T_{exp} を演算し、この値をAMP3の増幅率 A としてメモリ $[A]$ に記憶する。このようにすることにより、AMP3により増幅された時分割画像は露光時間 T_{exp} で通常撮影された画像と同等レベルになる。続いて、ステップS208において、 $\langle T_{exp} / T_{exp} \rangle$ を演算し、これを新たに変数 m として時分割
40
撮像の回数を記憶するメモリ $[m]$ に記憶する。なお $\langle x \rangle$ は、前述したように、実数 x の小数点以下を切り上げた整数である。後述するように複数の時分割画像は相互のぶれが補正され、このぶれが補正された画像は合成(加算)される。一般に合成画像の加算数が大きいと S/N は良くなるので、 m は大きいほうがよいが、 m が大きいと時分割画像の撮影時間が長くなるのと、時分割画像の撮像開始からのぶれ量が大きくなる。したがって、本実施形態においては、 $m = \langle T_{exp} / T_{exp} \rangle$ とすることにより、全体の時分割画像の露光時間の合計 $m \cdot T_{exp}$ が、通常撮影における露光時間 T_{exp} 以下にならない最小の時分割撮像回数になるようにしている。もちろん、合成画像の S/N のレベルによっては、時分割撮像回数 m は $\langle T_{exp} / T_{exp} \rangle$ よりも小さい値であってもよい。したがって、合成画像の S/N のレベルによっては、時分割撮像回数 m は T_{exp} / T_{exp} の近傍の
50

整数値、例えば、 T_{exp} / T_{f} の小数点以下を切り捨てた値、又は T_{exp} / T_{f} の小数点以下を四捨五入した値であってもよい。ステップS 2 0 8の処理が終了すると本サブルーチンから図4のメインルーチンにリターンする。

【0037】

ステップS 2 0 4に戻り、このステップにおいて、 $T_f < T_{Limit}$ ではないと判定したとき、すなわち、画像の読み出し周期 T_f がぶれ限界露光時間以上であると判断したときは、露光時間は読み出し周期 T_f 以上の露光時間 T_{exp} で時分割撮像を行うと、時分割画像のぶれが許容以上になってしまうので、読み出し周期 T_f よりも短い露光時間で時分割撮像を行う必要がある。したがって、まず時分割撮像回数 m を $\lceil T_{exp} / T_{Limit} \rceil$ とする。そしてこの m をメモリ[m]に記憶する(ステップS 2 0 9)。つぎに $\lceil T_{exp} / m \rceil$ を時分割露光時間 T_{exp} としてメモリ $\lceil T_{exp} \rceil$ に記憶する(ステップS 2 1 0)。前述したようにこの時分割露光時間 T_{exp} は画像の読み出し周期 T_f 以下となる。つぎに、時分割露光回数 m と等しい値をAMP3の増幅率 A とし、メモリ[A]に記憶する(ステップS 2 1 1)。そしてサブルーチンから図4のメインルーチンにリターンする。これらステップS 2 0 9からS 2 1 1での処理では、読み出し周期 T_f よりも短い時間での時分割撮像時間となり、撮像素子1の撮像が連続的にならないために、高速で移動する動体に対して途切れ点々の映像となってしまう。しかし、ぶれを許容以下にする時分割露光を繰り返すので、ぶれ補正処理することによりぶれを除去した画像を得ることができる。

【0038】

ステップS 2 0 3に戻り、このステップにおいて、 $T_{Limit} < T_{exp}$ でないとして判定したとき、すなわち、ぶれ限界露光時間 T_{Limit} が露光時間 T_{exp} 以上のときは、ぶれを許容可能な1回の撮像で適正レベルの信号が得られる。つまり通常撮影と変わらないので、ステップS 2 1 2において、時分割撮像回数 m を記憶するメモリ[m]に1を記憶する。つぎに、時分割露光時間 T_{exp} を記憶するメモリ $\lceil T_{exp} \rceil$ に露光時間 T_{exp} を記憶する(S 2 1 3)。つぎに、AMP3の増幅率 A を記憶するメモリ[A]に1を記憶する(S 2 1 4)。そしてサブルーチンから図4のメインルーチンにリターンする。

【0039】

図4のステップS 1 0 5に戻り、第2リリーススイッチ19bがオンとなっているかを判定する。判定の結果、オフの場合にはJ 1 0 1に分岐し、ステップS 1 0 1からS 1 0 4の処理を繰り返し、第2リリーススイッチ19bがオンとなるのを待つ。この間に第1リリーススイッチ19aもオフとなるとステップS 1 0 1に戻る。次に、ステップS 1 0 5において、第2リリーススイッチ19bがオンとなると、ステップS 1 0 6に進み、撮像動作を開始し、まず絞り設定を行う。ここでは、開放状態となっている絞り17を、絞り駆動系18を制御することにより、ステップS 1 0 3にて求めた絞り値まで絞り込む。

【0040】

絞り込みが終了すると、ステップS 1 0 7に進み、時分割撮像を行う。この時分割撮像について、図8乃至図10のタイミングチャートを参照しながら説明する。図8は画像の読み出し周期 T_f に等しい時分割露光時間 T_{exp} で8回の時分割撮像を行う例である。また、図9は画像の読み出し周期 T_f の2倍の時分割露光時間 T_{exp} で4回の時分割撮像を行う例である。さらに、図10は画像の読み出し周期 T_f よりも短い時分割露光時間 T_{exp} で8回の時分割撮像を行う例である。以下、これらの図を参照しながら、時分割撮像の動作について説明する。

【0041】

まず、図8の場合について説明する。これは、画像読み出し周期 T_f と時分割露光時間 T_{exp} が等しい場合であるが、図5のステップS 2 0 4をYesで抜け、ステップS 2 0 5において、 $\lceil k \rceil = 1$ となり、ステップS 2 0 6において $\lceil T_{exp} \rceil = T_f$ とした場合である。

最初に、第2リリーススイッチ19bのオンに応答して発生する撮影トリガ信号のパルスが立ち下ると、撮像素子1にタイミングジェネレータ(TG)5からクロック信号CLKが供給される。クロック信号CLKを受けて、撮像素子1の画素を構成するフォトダ

10

20

30

40

50

イオード 33 に蓄積された電荷を半導体基板（サブストレート＝縦型オーバーフローレイン V O F D ）に強制排出するための基板印加高電圧パルス V_{SUB} が繰り返し印加される。この高電圧パルス V_{SUB} の印加が終了すると露光が開始する。即ち、高電圧パルス V_{SUB} の立ち下がりに同期して撮像素子 1 による露光が開始することになる。

【 0 0 4 2 】

高電圧パルス V_{SUB} の立下りから、ステップ S 2 0 6 で演算された時分割撮像の露光時間 T_{exp} (= T_f) が経過すると、撮像素子 1 のフォトダイオード 33 に蓄積された電荷を垂直転送 C C D (V C C D) 31 にシフトするために、シフトパルス T P が出力される。そして垂直同期信号 V D、転送パルス $V_{1 \sim 4}$ に同期して、蓄積された電荷が画像信号として読み出される。上記シフトパルス T P の印加が終了すると撮像素子 1 のフ

10

【 0 0 4 3 】

次に、図 9 の場合について説明する。これは、画像の読み出し周期 T_f の 2 倍の時分割露光時間 T_{exp} で 4 回の時分割撮像を行う例であり、図 5 のステップ S 2 0 4 を Y e s で抜け、ステップ S 2 0 5 において、 $[k] = 2$ となり、ステップ S 2 0 6 において $[T_{exp}] = 2 T_f$ とした場合である。図 9 において、高電圧パルス V_{SUB} の印加電圧が立

20

【 0 0 4 4 】

続いて、図 10 の場合について説明する。これは画像の読み出し周期 T_f よりも短い時分割露光時間 T_{exp} で 8 回の時分割撮像を行う例であり、図 5 のステップ S 2 0 4 を N o で抜け、ステップ S 2 0 9 において時分割撮像回数 $[m]$ を求め、ステップ S 2 1 0 において読み出し周期 T_f よりも短い時分割露光時間 T_{exp} を求めてある。図 8 の場合と同様に、撮影トリガ信号（第 2 レリーズスイッチ 19 b のオンに応答）が立ち下がり、続いて、高電圧パルス V_{SUB} の立下ると、露光動作が開始する。ステップ S 2 1 0 で演算された時分割撮像の露光時間 T_{exp} が経過すると、撮像素子 1 のフォトダイオード 33 に蓄積された電荷を垂直転送 C C D (V C C D) 31 にシフトするために、シフトパルス T P が出力される。そして垂直同期信号 V D に同期して、蓄積された電荷が画像信号として読み出される。この画像信号の読み出し開始に同期して、撮像素子 1 に再び高電圧パルス V_{SUB} が立ち上がり、所定期間印加される。高電圧パルス V_{SUB} の印加が終了すると、再び露光が開始し、次の垂直同期信号 V D に同期して 2 回目の時分割撮像による画像の読み出しが行われる。以上の動作を m 回（図 10 では 8 回）行う。以上の説明から分かるように、読み出し開始から次の読み出し開始までの間の時間、即ち読み出し時間 T_{read} から、高電圧印加パルス V_{SUB} の印加時間 T_{sub} を減算した時間が、時分割撮像の露光時間 T_{exp} となる。

30

40

【 0 0 4 5 】

上記読み出された時分割画像は、後述するようにバッファメモリ 8 a にデジタル画像として記憶される。図 10 の場合は、通常撮影と異なり、時間的不連続な露光時間で撮像された時分割画像が合成されるので、例えば高速で移動する物体、例えば、ボールが飛んでいるような被写体を撮像するとボールの動きが軌跡を描くように点々と描写されるなど、撮影者の作画意図とは異なる画像が生成される可能性がある。しかし、各時分割撮像は限界露光時間以下で行っているため、ぶれ補正を行った合成画像はぶれを除去することがで

50

きる。このように、高速で移動する被写体、例えばボールの動きと読み出し周期の関係によっては、ボールが点々に表現される合成画像が得られる可能性があるが、主要被写体のぶれを防止するためには、やむを得ない。

【0046】

このようにして、撮像素子1から時分割で読み出されたアナログの時分割画像信号は、CDS2においてリセットノイズが除去され、ゲインコントロールアンプ(AMP)3により、アナログ的に増幅される。このAMP3の増幅率は、時分割撮像による画像の露出不足を補うための増幅率をA1、ISO感度Svに応じた増幅率をA2とすると、 $A1 \times A2$ となるように設定される。ここで、通常撮影の露光量をE1、時分割撮像の露光量をE2とすると、 $A1 = E1 / E2$ となる。さらに具体的に述べると、適正露光を得るための露光時間Texpをm回に等分割した露光時間 $Texp / m$ ($= Texp / m$)でm回の時分割撮像を行うものとするとき、各時分割撮像における増幅率は、

$$A1 = Texp / (Texp / m) = m \cdots (3)$$

となる。

【0047】

図3に示すゲインコントロールアンプ(AMP)3では、時分割撮像撮影回数数mに応じて、CDS2の出力信号をm倍に増幅するための増幅率A1の増幅器23と、ISO感度に応じた増幅率でCDS2の出力信号を増幅するための増幅率A2の増幅器24を、それぞれ別個に構成し、直列に接続してある。このような構成においては、増幅器23と増幅器24の増幅率を掛けることで任意の増幅率を簡単に作ることができる。

【0048】

ゲインコントロールアンプ(AMP)3により増幅されたアナログ画像信号は、A/D変換器4により、タイミングジェネレータ5から供給される信号に従って、デジタル信号に変換される。A/D変換器4によりデジタル信号に変換された画像信号は、情報処理部8により所定の画像処理が施され、情報処理部内部のバッファメモリ8aに記憶される。

【0049】

図4に戻り、時分割撮像(S107)が終了すると、次にステップS108に進み、ぶれ画像補正/記録のサブルーチンにて、ぶれが補正された合成画像の生成処理とこの合成画像を記録媒体11に記録する。このサブルーチンを図6および図7のフローチャートを用いて説明する。まず、バッファメモリ8aに記憶されたm回分の時分割露光の画像の相互のぶれ補正と、このぶれ補正された画像から合成画像を生成するためのぶれ画像補正を行う(S301)。

【0050】

以下、このぶれ画像補正のサブルーチンについて図7を参照しながら、情報処理部8で行われるぶれ画像補正の流れを説明する。

まず、初期設定として、分割画像を識別するためのIDに相当する変数iを記憶するメモリ[i]に0を記憶する(S401)。続いて、画像I(i)と画像I(i+1)とのぶれ(i, i+1)を演算する(S402)。ぶれは、画像I(i)の特徴を数点定めて、この特徴点と一致する画像I(i+1)の特徴点の位置を公知の動きベクトル演算により求め、対応する位置の相対的なずれを求めればよい。なお、上記ぶれはベクトルである。

【0051】

次に、ステップS403に進み、ぶれを積算した(k, k+1)(但し、k=0~i)のスカラー値| (k, k+1) |を演算し、この値と予め決めた所定の値を比較する。比較の結果、| (k, k+1) | > ではなかったとき、即ち、ぶれの積算値が所定値より小さく、大ぶれでなかった場合には、ぶれ補正が可能である。この場合には、ステップS404に進み、メモリ[i]の内容をインクリメントする。続いて、ぶれに基づいて画像I(i)と画像I(i+1)のぶれを補正した後に、対応する画素の値を加算(合成)する(S405)。この後、ステップS406にて、iとm-1を比較する。mはステップS208、S209またはS212にて設定された時分割撮像の回数

、すなわち時分割撮像により得た画像の数であり、 $m - 1$ はぶれ補正の処理を行う回数となる。判定の結果、 $i = m - 1$ ではないときには、J 4 0 1 に分岐してステップ S 4 0 2 に戻り、以上の処理を繰り返し、実行する。判定の結果、 $i = m - 1$ となると、ステップ S 4 0 7 に進み、ぶれ補正処理を行った画像の合成画像の平均値を演算する。これによりぶれ補正処理を行った合成画像を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

一方、ステップ S 4 0 3 における判定の結果、 $| \quad (k, k + 1) | > \quad$ であった場合には、時分割撮像期間中の全体のぶれ量が許容可能な値よりも大きい、すなわち有効領域の確保が難しい値よりも大きいと判断し、J 4 0 2 に分岐し、ステップ S 4 0 7 に移行する。この場合には、ぶれ補正処理を行わないので、ぶれた画像となる。

10

【 0 0 5 3 】

ステップ S 4 0 7 の合成画像の平均化を終えると、ぶれ画像補正のサブルーチンを終了し、図 6 に示す、ぶれ画像補正 / 記録のサブルーチンに戻る。ステップ S 3 0 2 において、有効領域の抽出を行う。情報処理部 8 においては、すべての時分割画像が重複する領域が予め決められた有効領域内に入るように、最初に撮像した時分割画像を基準にしたぶれ量が、予め決めた所定以上の大きさの時分割画像については、合成処理対象から除外する。そして、ぶれ量が所定内の時分割画像について、合成した画像のうち、最初に撮像した時分割画像から予め決めた領域内の画像を抽出する。このようにすることにより、所定以上の有効領域の抽出処理が簡単になる。

【 0 0 5 4 】

20

次にステップ S 3 0 3 に進み、有効領域の画像データは D R A M 9 に一時記憶される。そして一時記憶された画像データを圧縮伸張部 1 0 により、J P E G 等の所定のフォーマット形式の画像データに圧縮する。続いて、ステップ S 3 0 4 にて、圧縮された画像データは記録媒体 1 1 に記録して、ぶれ画像補正 / 記録のサブルーチンを終了し、図 4 の時分割撮像のルーチンに戻る。

【 0 0 5 5 】

次に、本実施形態におけるゲインコントロールアンプ (A M P) 3 の変形例を説明する。本実施形態における A M P 3 は増幅率 A 1 の増幅器 2 3 と増幅率 A 2 の増幅器 2 4 を別々に直列接続することにより、時分割撮像回数 m に応じた増幅率 A 1 と I S O 感度に応じた増幅率 A 2 を設定することで、任意の増幅率簡単に得ることができる。しかし、この構成では、回路構成が複雑化するとともに、増幅器が 2 段接続されるので、ノイズが増加してしまうおそれがある。増幅器 2 3 の増幅率 A 1 と増幅器 2 4 の増幅率 A 2 は、相互に関連しており、 $A 1 \times A 2$ はほぼ一定の値をとることができるので、増幅器 2 3 と増幅器 2 4 は共用することが可能である。以下この点について詳述する。

30

【 0 0 5 6 】

増幅器 2 4 の増幅率を k 倍することにより I S O 感度を k 倍 ($= \log m / \log 2$ [段]) すると、露光時間は $1 / k$ 倍 (T_{exp} / k 秒) になる。したがって時分割露光回数 m' は、 $m' = (T_{exp} / k) / T_{Limit} = (T_{exp} / T_{Limit}) / k = m / k$ (但し、 T_{exp} / T_{Limit} は I S O 感度を k 倍する前の時分割露光の回数 m に等しい) となる。

【 0 0 5 7 】

40

ところで、時分割画像の信号レベルは、適正レベルの $1 / m'$ 倍になっているので、A / D 変換器 4 の量子化ノイズを通常撮影と同レベルに抑えるために、時分割画像を m' 倍に増幅したのちに A / D 変換してデジタル信号に変換するのが望ましい。そして上記デジタル変換した複数の時分割画像の相互ブレを補正して、ぶれが補正された複数の時分割画像を合成した後に、この合成画像を平均化することによりぶれの補正された合成画像を生成する。そうすると、時分割画像の増幅率の変換は $m' / m = 1 / k$ 倍になる。そして、A / D 変換前の画像信号の全体の増幅率は I S O 感度に基づく増幅率と時分割画像の増幅率を掛けた値となる。

【 0 0 5 8 】

したがって、I S O 感度を変更する前後の全体の増幅率の変化は、I S O 感度の変更に

50

基づく増幅率の変化 k 倍と、時分割画像の増幅率の変化 $1/k$ 倍を掛けた $k \times 1/k = 1$ に等しい。このことは、ISO感度を変化しても全体の増幅率は一定に保たれることを意味し、ISO感度設定用の増幅回路を、時分割画像を増幅するための増幅回路と共用可能なことを示している。

【0059】

図11に増幅器23と増幅器24を共用する変形例を示す。差動増幅器26の非反転入力は、CDS2の出力に接続され、反転入力アナログスイッチ回路28の一端に接続される。アナログスイッチ回路28は n 個のアナログスイッチ $TG1$ 、 $TG2$ 、 \dots 、 TGn を有し、これらの各一端は前述のとおり、差動増幅器26の反転入力に接続され、各他端は、直列接続された抵抗 Rn 、 $R(n-1)$ 、 $R(n-2)$ 、 \dots 、 $R2$ 、 $R1$ の各接続点に接続されている。すなわち、アナログスイッチ TGn の他端は抵抗 $R1$ と抵抗 $R2$ の接続点に接続され、アナログスイッチ $TG2$ の他端は抵抗 $R(n-1)$ と抵抗 Rn の接続点に接続され、アナログスイッチ $TG1$ の他端は、抵抗 Rn と差動増幅器26の出力の接続点に接続されている。なお、抵抗 $R1$ の他端は接地され、また差動増幅器26の出力はさらにA/D変換器4に接続されている。

【0060】

アナログスイッチ28の各制御端子はデコーダ27の出力に接続されている。デコーダ27は2進数の入力信号 $D1$ 、 $D2$ 、 \dots 、 Dm を出力信号 $S1$ 、 $S2$ 、 \dots 、 Sn に変換するためのデコーダである。この Sx ($x=1, 2, 3, \dots, n$) が1("H"レベル)のときアナログスイッチ TGx ($x=1, 2, 3, \dots, n$) がオンとなるようになっている。デコーダ27の出力信号 $S1$ 、 $S2$ 、 \dots 、 Sn は入力信号 $D1$ 、 $D2$ 、 \dots 、 Dm を10進数に変換した値を、例えば x とするとき、出力信号 Sx のみが1となりその他の出力信号は"0"となる。例えばアナログスイッチ TGn がオンとなると、差動増幅器26の出力 $Vout$ は、

$$Vout = Vin \cdot (Rn + R(n-1) + R(n-2) + \dots + R2 + R1) / R1$$

となる。一例として、 $m=3$ 、 $n=8$ 、 $R1=100$ 、 $R3=200$ 、 $R4=400$ 、 $R5=800$ 、 $R6=1.6K$ 、 $R7=3.2K$ 、 $R8=6.4K$ とすると、入力信号 $D1$ 、 $D2$ 、 $D3$ に対して図12のような利得が得られる。

【0061】

いま、利得とISO感度を図12のように対応つけるものとする。利得が32以上になるとISO感度が対応していないのは、時分割撮像の回数 m に応じて増幅するためである。時分割撮像による画像の露出不足を補うための増幅率 $A1$ は、図12に記載の例では、2の倍数で変化する増幅率にする必要がある。したがって、この例では時分割回数は、例えば1、2、4、8のいずれかに設定する。具体的には、以下のようにして時分割撮像の回数 m を求める。まず、通常撮影おける露光時間を $Texp$ とし、これをぶれ限界露光時間 $TLimit$ で除した $Texp/TLimit$ を演算する。次に1、2、4、8の中から $Texp/TLimit$ より大きく且つ最小値を選択する。例えば、 $Texp/TLimit=2.55$ であったとすると、時分割撮像回数 m は4となる。したがって、この場合の差動増幅器26の増幅率 A は4であるから、ISO感度は高ISO側に2段分シフトすることになる。

【0062】

以上述べた変形例では、ISO感度を整数段で選択する例であったが、抵抗 $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 \dots 、 Rn を適宜選択することにより、例えば1/3段ステップで選択できるように設計することも可能である。また、増幅率 A も任意の整数値を選択できるように設計することも可能である。

【0063】

なお、本実施形態や変形例においては、時分割撮像した複数の画像を撮像素子1から読み出してデジタル画像に変換したのちに、ぶれ補正と合成処理を行って、ぶれの除去された合成画像を生成するものであったが、本出願人が特願2005-278748にて開示したような撮像素子内で時分割撮像、ぶれ補正及び合成処理を行う装置に対しても本実施形態に記載の発明を適用することは可能である。

【0064】

以上説明したように、本実施形態によれば、上記時分割画像を読み出す周期を T_f 、ぶれを許容可能な露光時間を T_{Limit} 、実数 T_{Limit}/T_f の小数点以下を切り捨てた値を k とすると、 $k \times T_f$ を時分割撮像の露光時間 T_{exp} とするので、時分割撮像の露光時間として、ぶれを許容可能な露光時間 T_{Limit} よりも短く、且つ時分割画像を読み出す周期を T_f の整数倍になるような最大の露光時間に設定することができる。このため時分割露光としては最大限の信号レベルを確保することができる。

また、適正な露光量を得るに必要な露光時間を T_{exp} とすると、 T_{exp}/T_{exp} の増幅率で時分割画像を増幅するので、適正レベルの時分割画像を得ることができる。増幅してからA/D変換を行っているので、A/D変換の際の量子化ノイズを最小限にすることができる。

10

【0065】

さらに、実数 T_{exp}/T_{exp} の小数点以下を切り上げた値を m とすると、時分割撮像を m 回以上行い、得られた時分割画像の相互のぶれを補正したのちに合成するので、S/Nの良好なぶれの補正された合成画像を得ることができる。

また上述したように、本実施形態に係わる発明によれば露光時間が連続的につながった時分割画像の、相互のぶれが補正された適正レベルのS/Nが良好な合成画像を生成することが可能となる。したがって、ぶれが補正された通常撮影と同様の画像を生成できる。

【0066】

以上、説明した実施形態は、本発明をデジタルカメラに本発明を適用した例であったが、デジタルカメラとしてはデジタル一眼レフカメラやコンパクトデジタルカメラ等に適用でき、またデジタルカメラを内蔵した電子撮像装置にも適用できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明を適用した実施形態におけるデジタルカメラの電気系を示すブロック図である。

【図2】本実施形態における撮像素子1の構造を示す図である。

【図3】本実施形態におけるゲインコントロールアンプAMPの詳細を示すブロック図である。

【図4】本実施形態におけるデジタルカメラの時分割撮像の動作を示すフローチャートである。

30

【図5】本実施形態におけるデジタルカメラの時分割撮像制御パラメータ演算の動作を示すフローチャートである。

【図6】本実施形態におけるデジタルカメラのぶれ画像補正および記録のサブルーチンの動作を示すフローチャートである。

【図7】本実施形態におけるデジタルカメラのぶれ画像補正のサブルーチンの動作を示すフローチャートである。

【図8】本実施形態におけるデジタルカメラの撮影動作を示すタイミングチャートである。

【図9】本実施形態におけるデジタルカメラの撮影動作を示すタイミングチャートである。

40

【図10】本実施形態におけるデジタルカメラの撮影動作を示すタイミングチャートである。

【図11】本実施形態におけるデジタルカメラのゲインコントロールアンプAMPの変形例を示すブロック図である。

【図12】本実施形態におけるデジタルカメラのゲインコントロールアンプAMPにおける入力信号、ISO感度と利得の関係を示す図である。

【符号の説明】

【0068】

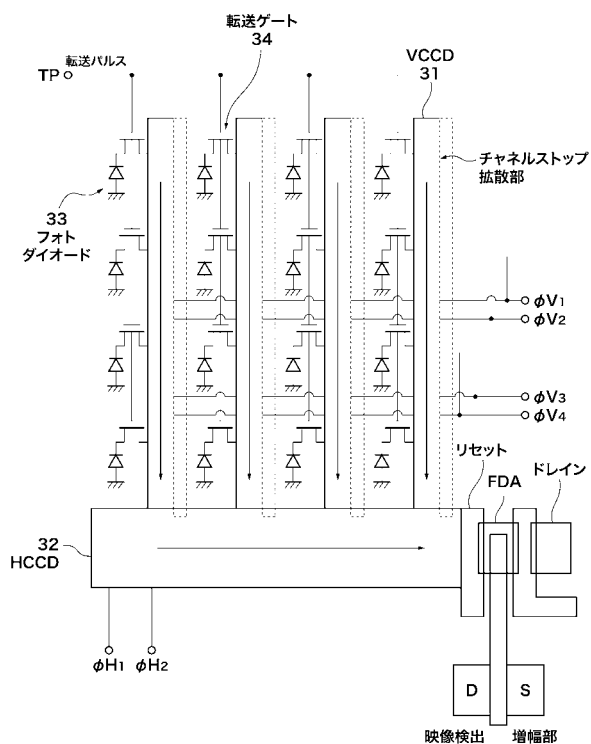
1・・・撮像素子、2・・・CDS（相関二重サンプリング回路）、3・・・AMP（ゲ

50

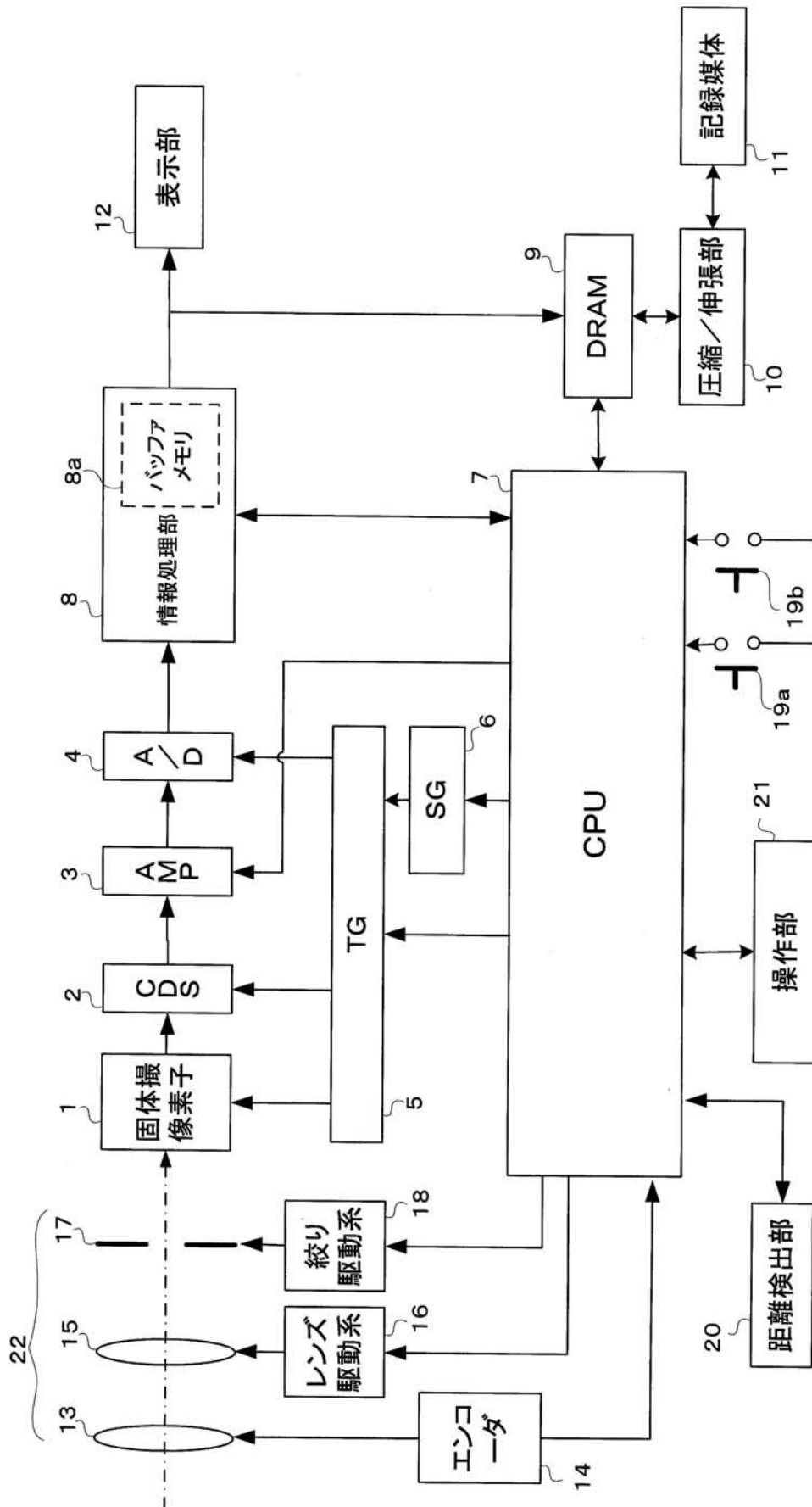
インコントロールアップ)、4・・・A/D変換器、5・・・TG(タイミングジェネレータ)、6・・・SG(シグナルジェネレータ)、7・・・CPU、8・・・情報処理部、9・・・DRAM、10・・・圧縮伸張部、11・・・記録媒体、12・・・表示部、13・・・バリエータレンズ、14・・・エンコーダ、15・・・フォーカスレンズ、16・・・フォーカスレンズ駆動系、17・・・絞り、18・・・絞り駆動系、19a・・・第1リリーススイッチ、19b・・・第2リリーススイッチ、20・・・距離検出部、21・・・操作部、22・・・撮影レンズ、23・・・増幅器、24・・・増幅器、26・・・差動増幅器、27・・・デコーダ、28・・・アナログスイッチ、31・・・垂直転送CCD(VCCD)、32・・・水平転送CCD(HCCD)、33・・・フォトダイオード、34・・・転送ゲート(TP)

10

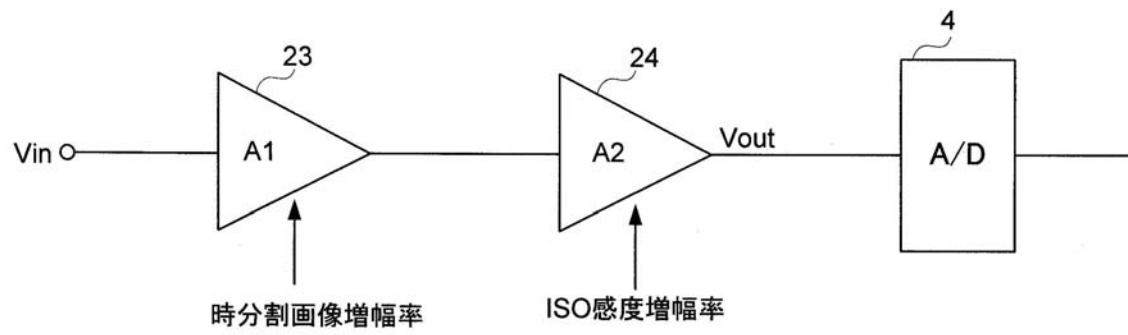
【圖 2】



【図 1】

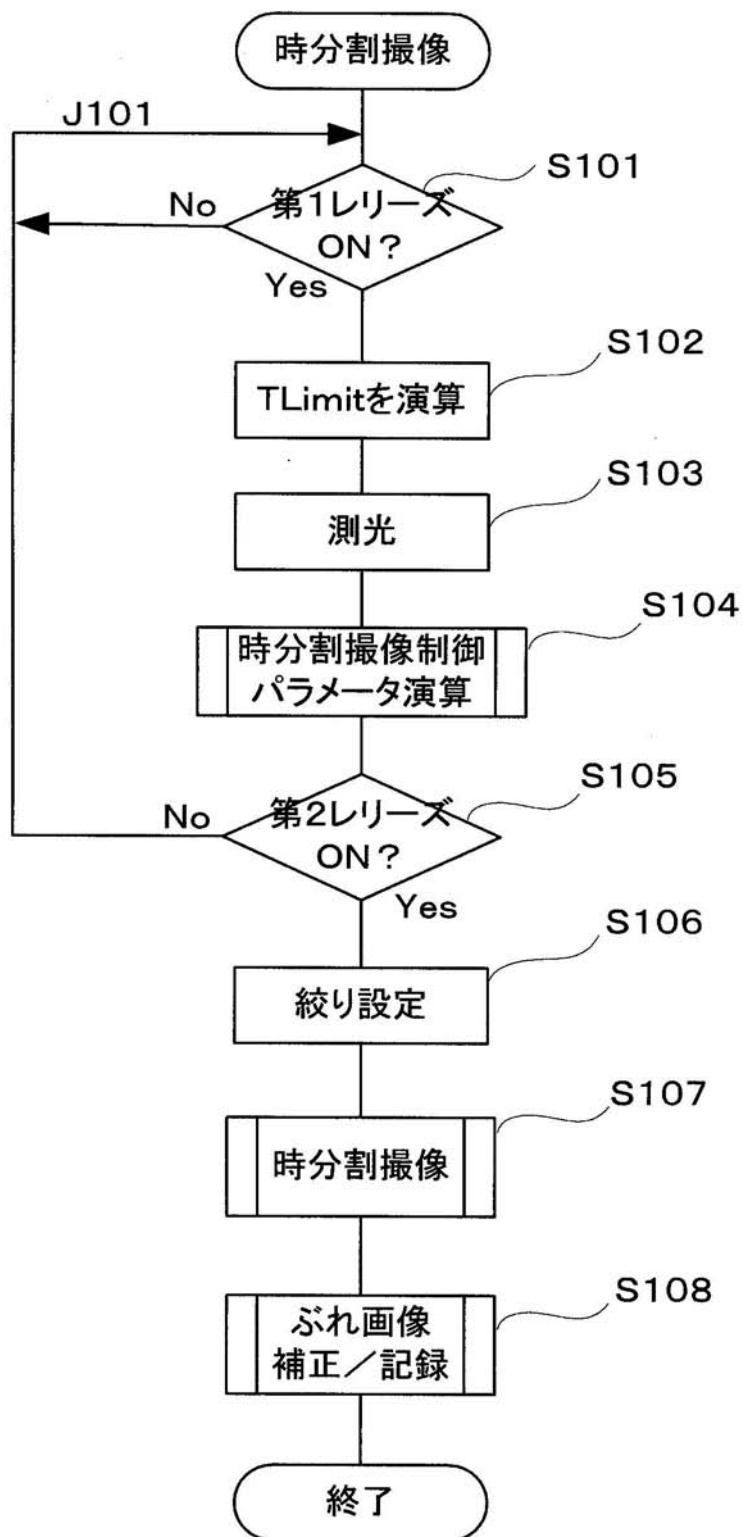


【図 3】

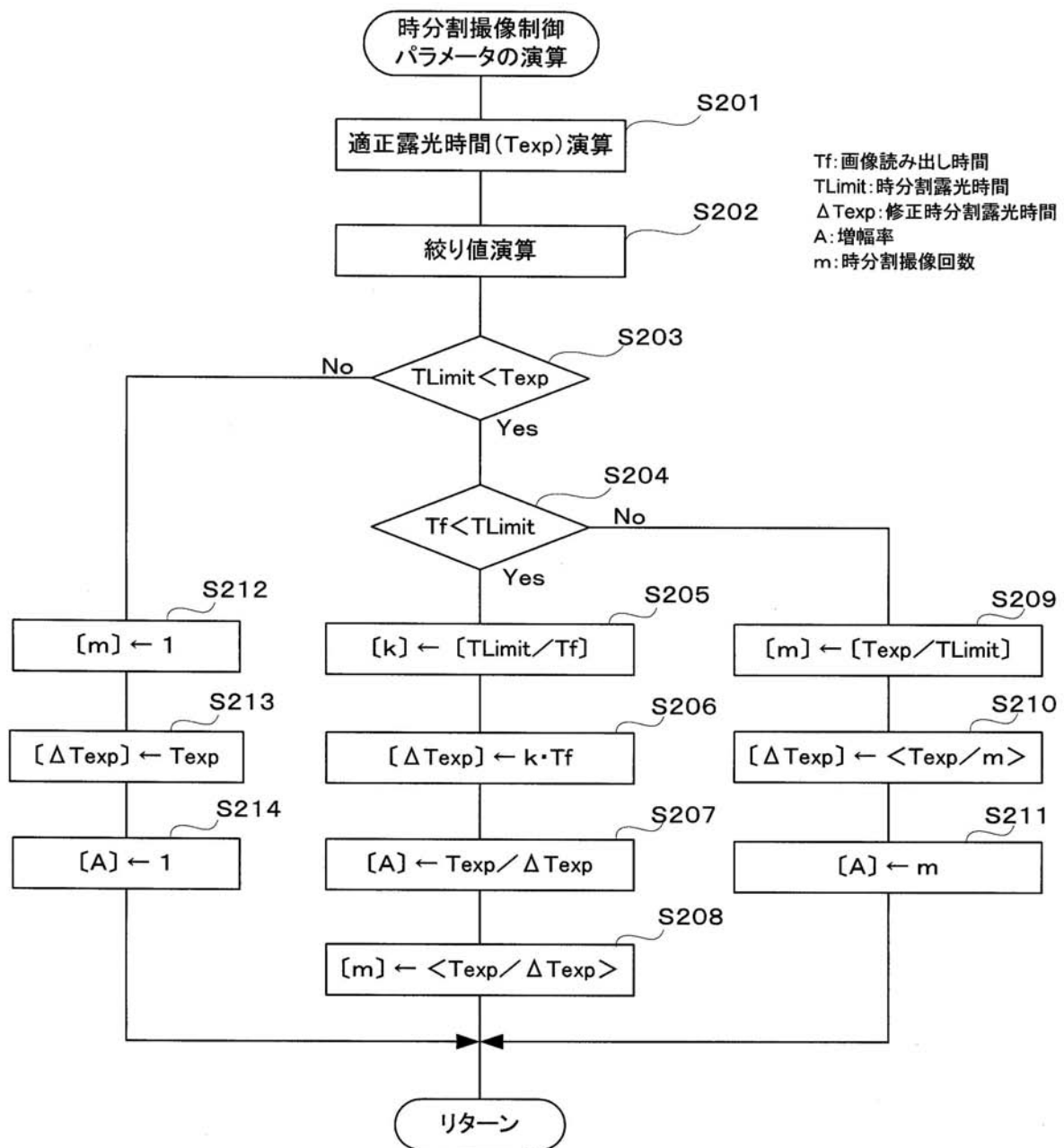


A1、A2: プログラマブル可変利得増幅器

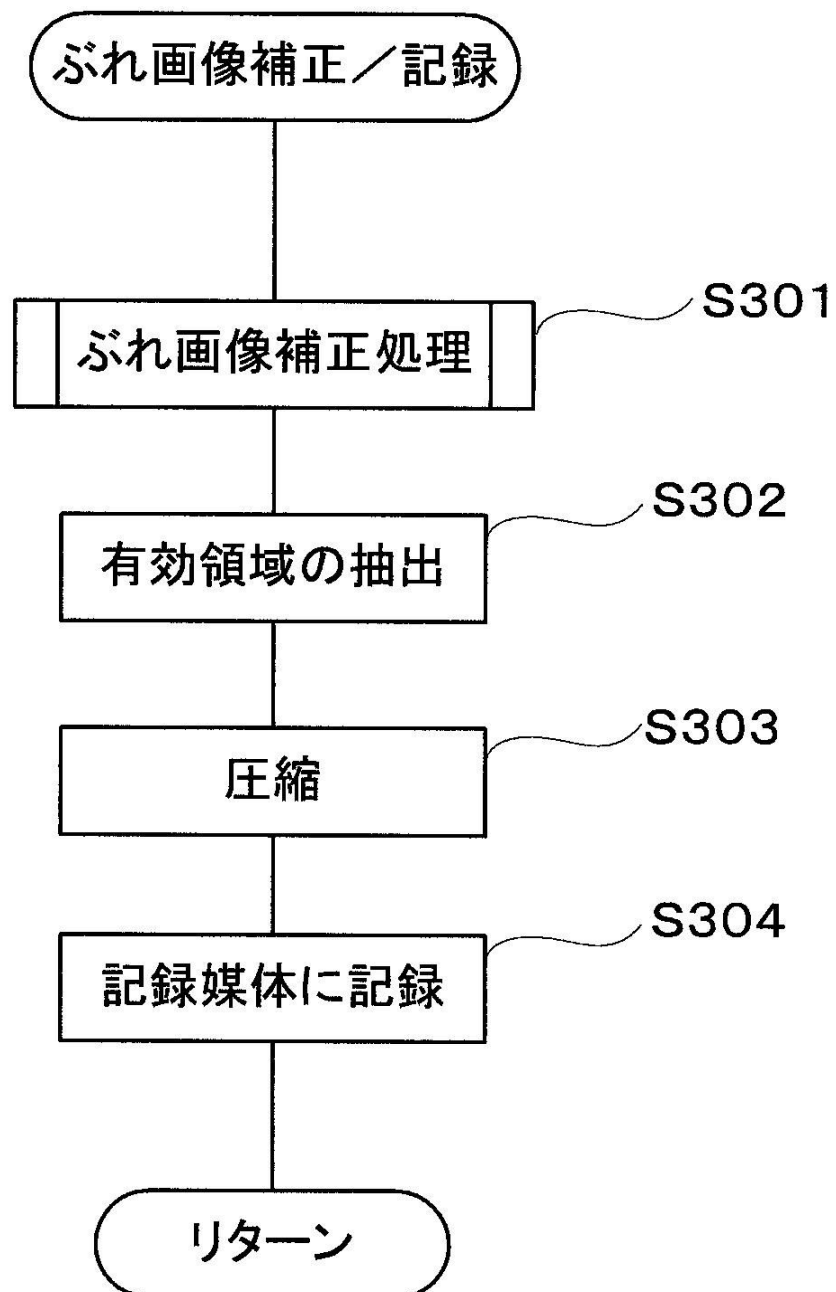
【図4】



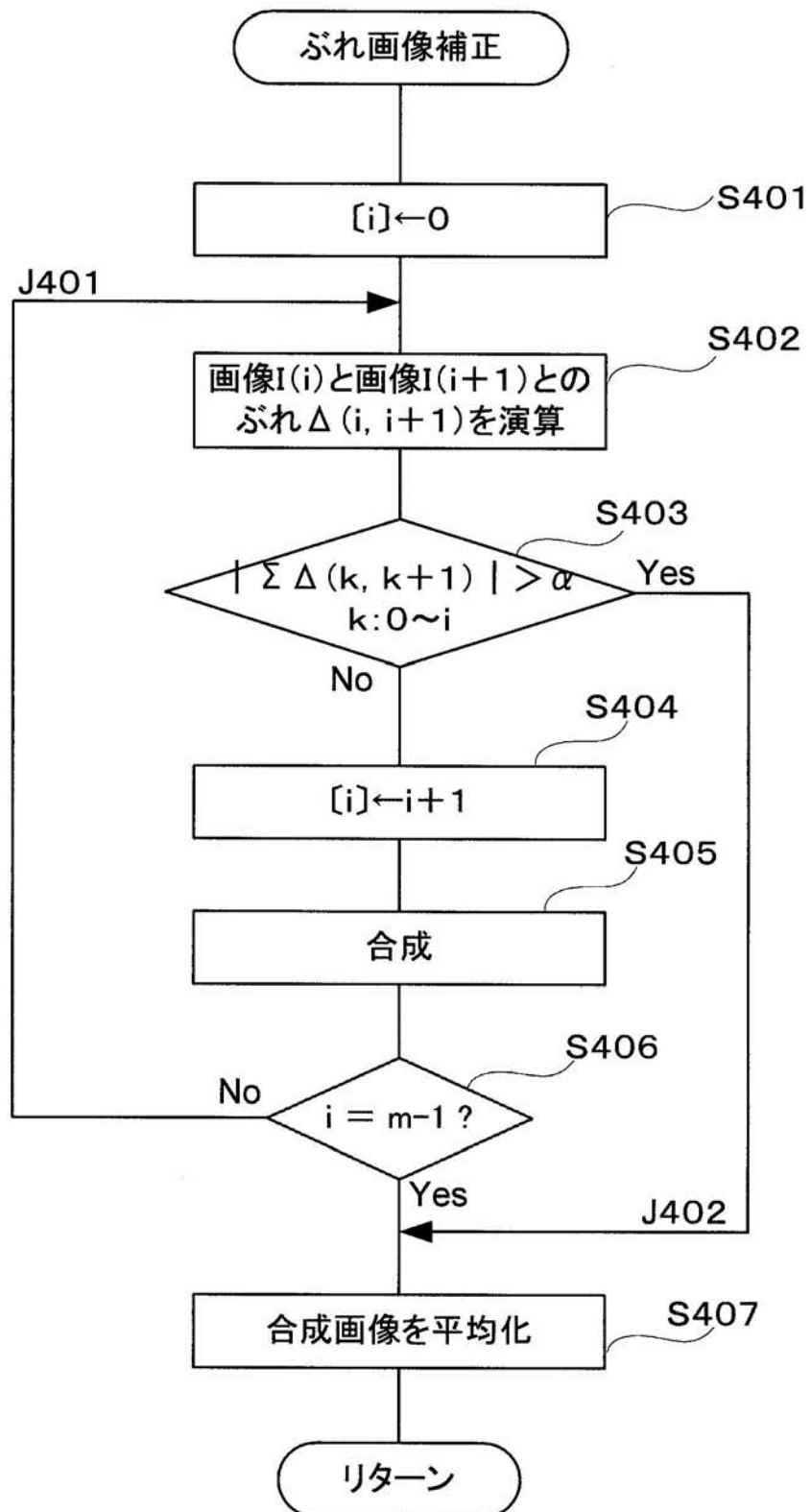
【図 5】



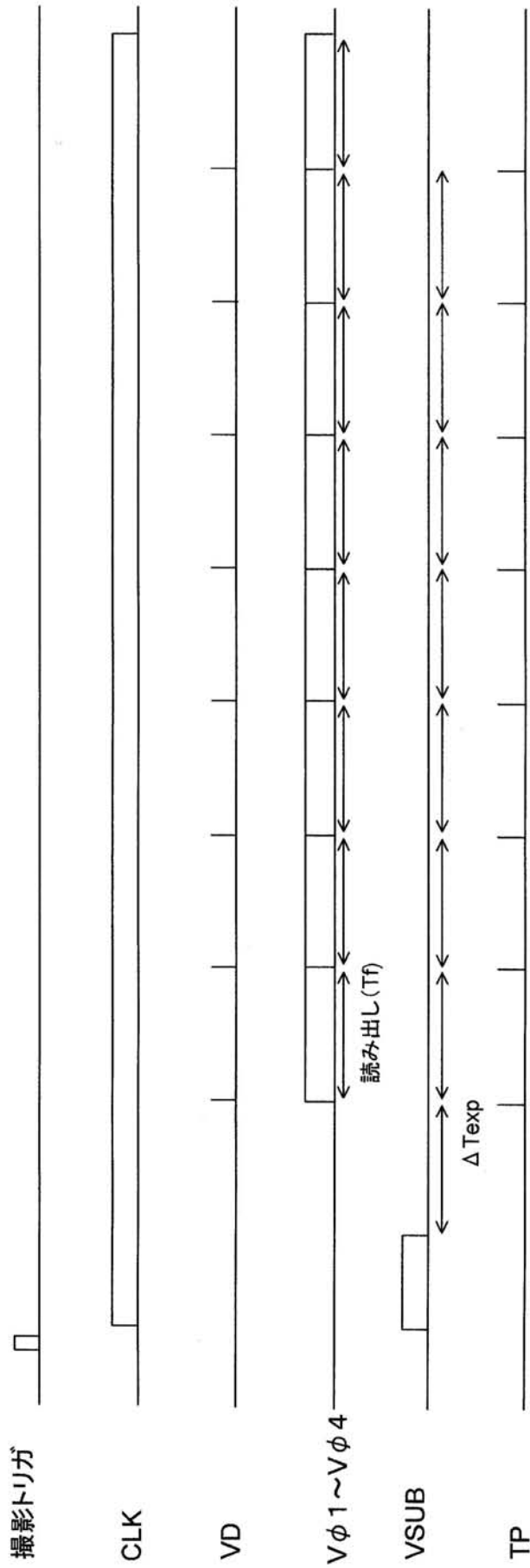
【図 6】



【図7】

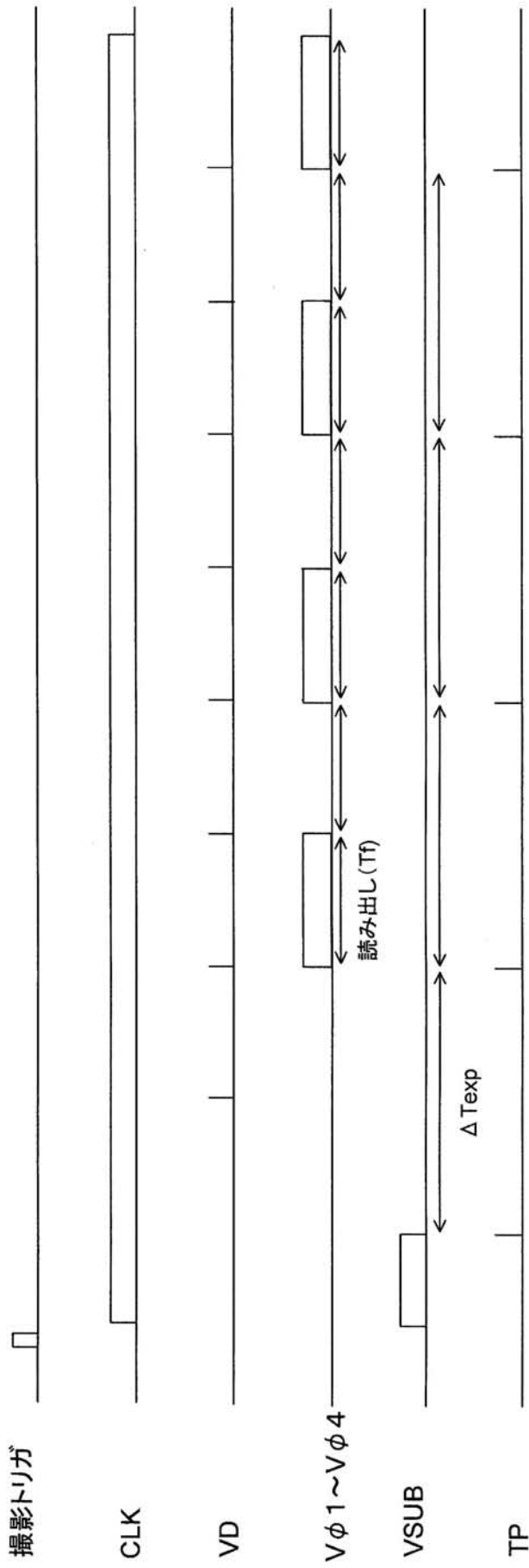


【図 8】



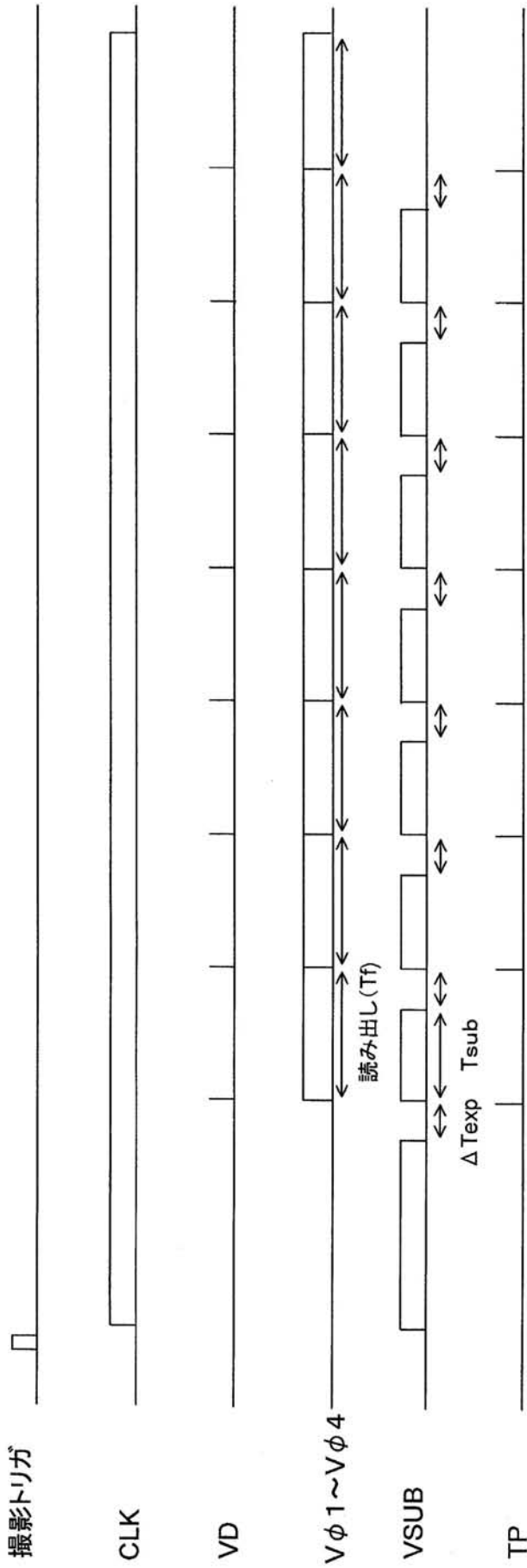
撮影動作を示すタイミングチャート

【図 9】



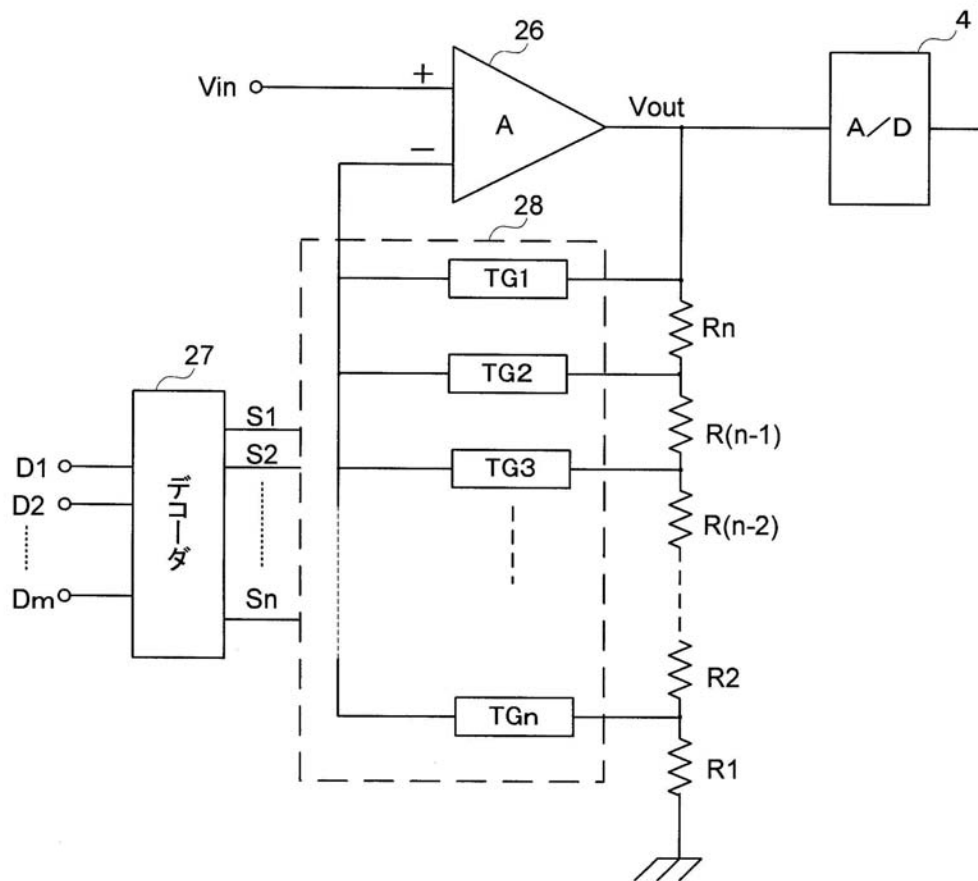
撮影動作を示すタイミングチャート

【図 10】



撮影動作を示すタイミングチャート

【図 1 1】



【図 1 2】

D3	D2	D1	利得	ISO感度
0	0	0	× 1	50
0	0	1	× 2	100
0	1	0	× 4	200
0	1	1	× 8	400
1	0	0	× 16	800
1	0	1	× 32	
1	1	0	× 64	
1	1	1	× 128	

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-189174(JP,A)
特開2001-086398(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/232
H04N 101/00