

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5478215号
(P5478215)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014.2.21)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N 5/232	Z
HO4N 5/262	(2006.01)	HO4N 5/262	
HO4N 5/243	(2006.01)	HO4N 5/243	
GO6T 5/20	(2006.01)	GO6T 5/20	C

請求項の数 4 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2009-267289 (P2009-267289)
 (22) 出願日 平成21年11月25日 (2009.11.25)
 (65) 公開番号 特開2011-114450 (P2011-114450A)
 (43) 公開日 平成23年6月9日 (2011.6.9)
 審査請求日 平成24年11月16日 (2012.11.16)

(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
 (74) 代理人 100109209
 弁理士 小林 一任
 (72) 発明者 国重 恵二
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ
 パスイメージング株式会社内
 (72) 発明者 島田 義尚
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ
 パスイメージング株式会社内
 (72) 発明者 本田 努
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリ
 パスイメージング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮影装置および撮影装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズによって形成される被写体像を光電変換し、画像データを出力する撮像手段と、

上記撮影レンズの光路上に配置され、第1及び第2の絞り値で被写体光束を絞る絞り制御手段と、

レリーズの指示に応答し、上記第1の絞り値において第1画像の撮影を行い、この第1の画像の撮影終了後、上記撮像手段により第1の画像データを読み出すと共に、上記絞り制御手段によって上記第2の絞り値まで絞り動作を並行して行い、上記第2の絞り値において第2の画像の撮影を行い、この撮影終了後、上記撮像手段により第2の画像データを読み出す撮影制御手段と、

上記第1の画像データと上記第2の画像データのコントラスト値の変化量を検出し、上記第1または第2画像データに対して上記変化量に応じたぼかし強度でぼかし処理を行う画像処理手段と、

上記ぼかし強度を調節するための仮想絞り値を設定する仮想絞り値設定手段と、
を有し、

上記画像処理手段は、上記仮想絞り値設定手段により設定される仮想絞り値に基づき、
上記変化量に応じてボケ量を推定し、推定されるボケ量に基づいて上記ぼかし強度を算出し、

上記仮想絞り値設定手段は、開放絞り値よりも開放側に相当する仮想絞り値を設定する

10

20

ことが可能である、

ことを特徴とする撮影装置。

【請求項 2】

上記撮像手段は、グローバルシャッタ機能を有することを特徴とする請求項 1 に記載の撮影装置。

【請求項 3】

上記第 1 の絞り値は、開放絞り値であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮影装置。

【請求項 4】

第 1 の絞り値において第 1 の画像の撮像を行い、この第 1 の画像の撮像終了後に第 1 の画像データを読み出すと共に、絞りを第 1 の絞り値から第 2 の絞り値まで駆動する絞り動作を並行して行い、上記第 2 の絞り値において第 2 の画像の撮像を行い、この第 2 の画像の撮像終了後に第 2 の画像データを読み出し、10

上記第 1 の画像データと上記第 2 の画像データのコントラスト値の変化量を検出し、上記第 1 または第 2 の画像に対して上記変化量に応じたぼかし強度でぼかし処理を行う、

上記ぼかし処理を行う際に、設定される仮想絞り値に基づき、上記変化量に応じてボケ量を推定し、推定されるボケ量に基づいて上記ぼかし強度を算出し、

上記仮想絞り値は、開放絞り値よりも開放側に相当する仮想絞り値を設定することが可能である、

ことを特徴とする撮影装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影装置に関し、詳しくは、ボケを強調した画像を作成する機能を備えた撮影装置および撮影装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

撮影画像の被写界深度は、絞り値、焦点距離等の光学的特性によって変化する。望遠レンズを用いてのスポーツモードでの撮影では、被写界深度が深いことが望ましい。しかし、ポートレート撮影では、ぼけを積極的に利用する作風がある。135フィルムカメラ(35mm銀塩フィルムカメラ)では、被写界深度は絞り値や焦点距離を適宜選択することによって十分変化させることができた。しかし、近年、登場したデジタルカメラでは、撮像部の面積が小さくなつことにより、被写界深度が深くなり、従来と同じ画角で撮影しても、背景のぼけが目立たなくなつてゐる。そこで、撮影者の意図する撮影画像となるように、画像処理によって被写界深度の浅い画像を生成するボケ処理が種々提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、絞り値を変えた 2 枚の画像から被写界深度の浅い画像を生成する方法が提案されている。また、特許文献 2 には、基準画像から被写体領域の画像データと背景領域の画像データに分離し、分離した背景領域の画像データに対してボケ処理を行った後、基準画像データにボケ処理後の背景画像データを合成することによって、背景の被写界深度が浅くなるようにしたボケ処理方法が提案されている。さらに、特許文献 3 には、絞り値の異なる 2 枚の撮影画像の高周波成分の変化量に基づいて、基準画像と基準画像をぼかした画像との画像合成の比率を変更することにより、背景をぼかすボケ処理が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004-310504 号公報

【特許文献 2】特開 2005-229198 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 3】特開 2009 - 177782 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したように被写界深度を浅くするためのボケ処理については種々提案されているが、デジタルカメラ等の撮影装置で撮影する際に、違和感なく自然な感じでボケ処理を行うことができる撮影装置は未だ提案されていない。すなわち、特許文献 2 に開示のボケ処理方法では、背景から主要被写体を分離する必要があるが、背景と主要被写体の境界は明確に区別できない場合が多いため、境界でのボケが不自然になりやすい。また、背景から主要被写体を分離するための複雑な処理を行わなければならず、作業時間がかかると共に、精度に難点がある。さらに、背景や主要被写体の各部分は距離によってボケ量が変化するが、この点について考慮されておらず、一律にボケ処理を行うため不自然なボケ処理となる。

10

【0006】

また、特許文献 1 および特許文献 3 に開示のボケ処理方法では、2枚の画像からボケ処理を行っていることから、特許文献 2 のように背景から主要被写体を分離する作業が不要となり、これに伴う不具合を解決することができる。しかし、特許文献 1 および特許文献 3 に開示のボケ処理方法では、2枚の画像を取得するにあたって連写しなければならない。撮影者にとって、1回の撮影に連写で2回のシャッタ音があると違和感があり、操作上の不安を与えてしまう。特に、可動ミラーやフォーカルプレーンシャッタ機構を有する一眼レフカメラではシャッタ音が大きいことから、この違和感が強い。

20

【0007】

また、フィーリングの問題だけではなく、ボケ処理を行うために連写を行うことから、可動ミラーやシャッタの耐用回数にも問題が生じてくる。さらに、被写体は静止しているとは限らず動体の場合もあり、この場合には2枚の画像の撮影間隔は短時間であることが望ましい。しかし、従来のような可動ミラーとシャッタ機構を伴う一眼レフカメラでは、プロ機と称する高級機であっても8~14コマ/秒、一般普及機では2~5コマ/秒程度の連写性能にすぎず、被写体によっては、短時間とは言い難い場合もある。

【0008】

本発明は、このような事情を鑑みてなされたものであり、撮影時に違和感なく自然な感じでボケ処理を行うことができる撮影装置および撮影装置の制御方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため第1の発明に係わる撮影装置は、撮影レンズによって形成される被写体像を光電変換し、画像データを出力する撮像手段と、上記撮影レンズの光路上に配置され、第1及び第2の絞り値で被写体光束を絞る絞り制御手段と、レリーズの指示に応答し、上記第1の絞り値において第1画像の撮影を行い、この第1の画像の撮影終了後、上記撮像手段により第1の画像データを読み出すと共に、上記絞り制御手段によって上記第2の絞り値まで絞り動作を並行して行い、上記第2の絞り値において第2の画像の撮影を行い、この撮影終了後、上記撮像手段により第2の画像データを読み出す撮影制御手段と、上記第1の画像データと上記第2の画像データのコントラスト値の変化量を検出し、上記第1または第2画像データに対して上記変化量に応じたぼかし強度でぼかし処理を行う画像処理手段と、上記ぼかし強度を調節するための仮想絞り値を設定する仮想絞り値設定手段と、を有し、上記画像処理手段は、上記仮想絞り値設定手段により設定される仮想絞り値に基づき、上記変化量に応じてボケ量を推定し、推定されるボケ量に基づいて上記ぼかし強度を算出し、上記仮想絞り値設定手段は、開放絞り値よりも開放側に相当する仮想絞り値を設定することが可能である。

40

【0010】

第2の発明に係わる撮影装置は、上記第1の発明において、上記撮像手段は、グローバ

50

ルシャッタ機能を有する。

第3の発明に係わる撮影装置は、上記第1又は第2の発明において、上記第1の絞り値は、開放絞り値である。

第4の発明に係わる撮影装置の制御方法は、第1の絞り値において第1の画像の撮像を行い、この第1の画像の撮像終了後に第1の画像データを読み出すと共に、絞りを第1の絞り値から第2の絞り値まで駆動する絞り動作を並行して行い、上記第2の絞り値において第2の画像の撮像を行い、この第2の画像の撮像終了後に第2の画像データを読み出し、上記第1の画像データと上記第2の画像データのコントラスト値の変化量を検出し、上記第1または第2の画像に対して上記変化量に応じたぼかし強度でぼかし処理を行う、上記ぼかし処理を行う際に、設定される仮想絞り値に基づき、上記変化量に応じてボケ量を推定し、推定されるボケ量に基づいて上記ぼかし強度を算出し、上記仮想絞り値は、開放絞り値よりも開放側に相当する仮想絞り値を設定することが可能である。10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、撮影時に違和感なく自然な感じでボケ処理を行うことができる撮影装置および撮影装置の制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラの主として電気的構成を示すプロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラのメイン動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラの撮影動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラのボケシミュレーションの動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ボケ処理を説明する図である。30

【図6】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、2枚の画像から所定絞り値でのボケ量を推定することを説明するグラフである。

【図7】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ボケシミュレーションを行う位置を説明する図である。

【図8】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ボケシミュレーションを行う位置の変形例1を説明する図である。

【図9】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ボケシミュレーションを行う位置の変形例2を説明する図である。

【図10】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、画像ファイルのデータ構造を示す図である。40

【図11】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ファイル名の付け方を説明する図である。

【図12】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、ライブビュー表示の際にボケ強調処理を行った画像を表示させるための液晶絞り、撮像素子、表示部の動作状態を示す図である。

【図13】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、撮影動作時におけるタイミングチャートである。

【図14】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、変形例1の撮影動作時におけるタイミングチャートである。

【図15】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、変形例2の撮影動作時50

におけるタイミングチャートである。

【図16】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、変形例3の撮影動作時におけるタイミングチャートである。

【図17】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、変形例4の撮影動作時におけるタイミングチャートである。

【図18】本発明の一実施形態におけるデジタルカメラにおいて、変形例5の撮影動作時におけるタイミングチャートである。

【図19】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラの撮像素子における1画素分の回路構成を示す図である。

【図20】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラにおいて、変形例1の撮像素子における1画素分の回路構成を示す図である。 10

【図21】本発明の一実施形態に係わるデジタルカメラにおいて、変形例5の撮像素子における1画素分の回路構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面に従って本発明を適用したカメラを用いて好ましい実施形態について説明する。本発明の好ましい実施形態に係わるカメラ100は、デジタルカメラであり、概略、撮像部を有し、この撮像部によって被写体像を画像データに変換し、この変換された画像データに基づいて、被写体像を表示部にライブビュー表示する。撮影時には、撮影者はライブビュー表示を観察し、構図やシャッターチャンスを決定する。レリーズがなされると、撮影を行う。このとき、開放絞り値等で1コマ目の画像の画素の光電流の電荷蓄積を行い、1コマ目の電荷蓄積が終了すると続いて絞り込みを行い、この絞り込み中に1コマ目の電荷蓄積に基づく画像データの読み出しを行い、一時記憶する。画像データの読み出しが終了すると2コマ目の画像の画素の光電流の電荷蓄積を行い、電荷蓄積終了後にこの電荷蓄積に基づく画像データの読み出しを行う。この1回の撮影で取得した2つの画像データに基づいて、所望の絞り値における画像と同等のボケ処理を行い、この処理された画像データを記録媒体に記録する。記録媒体に記録したボケ処理済みの撮影画像は、再生モードを選択すると、表示部に再生表示することができる。 20

【0014】

図1は、本実施形態に係わるデジタルカメラ100の主として電気的構成を示すブロック図である。撮影レンズ101の光軸上に、絞り機構103、液晶絞り105および撮像素子107が配置されている。撮像素子107の出力はA/D変換部109に接続され、A/D変換部109の出力はメモリ110に接続されている。メモリ110は画像処理部111とシステム制御部116に接続されている。システム制御部116には、撮像制御部108、液晶絞り制御部106、絞り制御部104、レンズ制御部102、露出制御部112、AF処理部113、フラッシュ制御部121、不揮発性メモリ118、外部メモリ114、表示部115、操作部117、電源制御部120がそれぞれ接続されている。上述の撮像制御部108は撮像素子107に接続されており、液晶絞り制御部106は液晶絞り105に接続されており、レンズ制御部102は撮影レンズ101に接続されている。また、電源制御部120は電源部119に接続されており、フラッシュ制御部121はフラッシュ充電部122とフラッシュ発光部123にそれぞれ接続されている。 40

【0015】

撮影レンズ101は、被写体光束を撮像素子107に集光させ、被写体像を結像させるための光学系である。この撮影レンズ101は、システム制御部116からの指示に応じて動作するレンズ制御部102により光軸方向に移動され、焦点状態が変化する。絞り機構103は、撮影レンズ101を介して撮像素子107に入射する被写体光束の入射量を調節する。絞り機構103は、システム制御部116からの指示に応じて動作する絞り制御部104により開口量が制御される。絞り機構103、絞り制御部104およびシステム制御部116が、絞り制御手段としての機能を果たす。

【0016】

液晶絞り 105 は透過状態と遮光状態に切り替え可能な液晶によって構成され、開放絞り値と F8 の状態との 2 つの状態に切り替え可能である。液晶絞り 105 は、システム制御部 116 からの指示に応じて動作する液晶絞り制御部 106 に接続されており、開放状態と F8 の状態のいずれかに制御される。この液晶絞り 105 は、図 12 を用いて後述するライブビュー表示の際のボケ強調処理を行うために使用される。ライブビュー表示時のボケ強調処理を省略する場合には、液晶絞り 105 および液晶絞り制御部 106 も省略してもよい。本実施形態において、液晶絞り 105 は開放絞り値と F8 に切り替え可能であるが、絞り値としては、これに限らず、他の絞り値であっても構わない。

【0017】

撮像手段としての機能を有する撮像素子 107 は、前面に配置されたベイヤ配列のカラーフィルタと、このカラーフィルタに対応して配列されたフォトダイオード等の光電変換素子から構成される。各カラーフィルタとこれに対応する各光電変換素子によって各画素が、また画素群によって撮像領域が構成される。撮像素子 107 は、撮影レンズ 101 により集光された光を各画素で受光し光電流に変換し、この光電流をコンデンサ（後述するフローティングディフュージョン）で蓄積し、アナログ電圧信号（画像信号）として A/D 変換部 109 に出力する。システム制御部 116 とともに、撮像制御手段としての機能を有する撮像制御部 108 は、システム制御部 116 からの指示に応じて撮像素子 107 の動作制御を行う。

【0018】

ここで、本実施形態における撮像素子 107 は、CMOSイメージセンサであり、グローバルシャッタ機能を有する。グローバルシャッタは全画素同時のタイミングで電荷蓄積を開始させ、全画素同時のタイミングで電荷蓄積を終了させるシャッタ動作を行う。撮像素子 107 の各画素の構成については、図 19 を用いて後述する。なお、グローバルシャッタと対比されるローリングシャッタは、1~数ラインをロックとし、ロック内は同時タイミングで電荷蓄積の開始と終了を行うが、ロック間は読み出しのための時間差を有し、ロックごとに順次、電荷蓄積動作させていくシャッタ動作を行う。

【0019】

A/D 変換部 109 は、撮像素子 107 から出力されるアナログ電圧信号（画像信号）をデジタル画像信号（画像データ）に変換する。メモリ 110 は、A/D 変換部 109 において得られた画像データや、画像処理部 111 において処理された画像データ等、各種データを一時的に記憶する記憶部である。なお、本明細書においては、撮像素子 107 から出力される画像信号に基づく信号であれば、A/D 変換部 109 によって A/D 変換された信号のみならず画像処理された信号も含めて画像データと称する。

【0020】

画像処理手段としての機能する画像処理部 111 は、メモリ 110 に一時記憶された画像データを読み出し、この画像データに対して、ホワイトバランス補正処理、同時化処理、色変換処理等の画像処理を行う。また、画像処理部 111 は、後述する外部メモリ 114 に記録する際に画像圧縮を行い、また外部メモリ 114 から読み出した圧縮された画像データの伸張を行う。さらに、画像処理部 111 は、異なる絞り値にて撮影した 2 枚の撮影画像の画像データを処理し、ボケを強調する画像処理を行う。

【0021】

露出制御部 112 はメモリ 110 に一時記憶された画像データを用いて被写体輝度（被写体を含むシーンの明るさ）を算出する。なお、専用の測光センサを用いて被写体輝度を算出するようにしても勿論かまわない。AF（Auto Focus）処理部 113 は、メモリ 110 に一時記憶された画像データから高周波成分の信号を抽出し、AF 積算処理により合焦評価値を取得する。システム制御部 116 は、合焦評価値に基づいてレンズ制御部 102 を通じて、撮影レンズ 101 が合焦位置となるように駆動制御を行う。なお、AF 処理部 113 は、TTL 位相差 AF センサ等、専用のセンサを設け、この専用センサの出力に基づいて撮影レンズ 101 の焦点ずれ量を求めるようにしても勿論かまわない。

【0022】

10

20

30

40

50

外部メモリ 114 は、例えば、カメラ本体に着脱自在に記憶媒体であり、画像処理部 111 において圧縮された画像データおよびその付随データが記録される。なお、画像データ等を記録するための記録媒体として、カメラ本体に着脱可能な外部メモリに限らず、カメラ本体に内蔵のハードディスク等の記録媒体であってもかまわない。

【0023】

表示部 115 は、カメラ本体の背面等に配置された液晶モニタや有機EL等のディスプレイを有し、画像データに基づいてライブビュー表示を行う。また、表示部 115 は、外部メモリ 114 に記録された撮影画像の再生表示を行い、さらに露出制御値等の表示や撮影モード等設定のためのメニュー画面の表示を行う。

【0024】

撮影制御手段として機能するシステム制御部 116 は、CPU 等を含む ASIC で構成され、撮像制御部 108 やフラッシュ制御部 121 等のカメラ 100 の各種シーケンスを統括的に制御する。操作部 117 は、電源釦、レリーズ釦、各種入力キー等の操作部材である。ユーザが操作部 117 のいずれかの操作部材を操作すると、システム制御部 116 は、ユーザの操作に応じた各種シーケンスを実行する。

10

【0025】

操作部 117 の内の電源釦はカメラ 100 の電源のオンオフを指示するための操作部材であり、電源釦が押されるとシステム制御部 116 は電源オンとし、再度押されると電源オフとする。レリーズ釦は、1st レリーズスイッチと 2nd レリーズスイッチの 2 段スイッチを有している。レリーズ釦が半押しされると 1st レリーズスイッチがオンとなり、半押しから更に押し込まれ全押しされると 2nd レリーズスイッチがオンとなる。1st レリーズスイッチがオンとなると、システム制御部 116 は、AE 処理やAF 処理等撮影準備シーケンスを実行する。また 2nd レリーズスイッチがオンとなると、システム制御部 116 は、撮影シーケンスを実行し、撮影を行う。ユーザは表示部 115 において表示されるメニュー画面を用い、操作部 117 の入力キーを操作することにより撮影時の撮影条件等を設定することができる。

20

【0026】

不揮発性メモリ 118 は、電気的に書き換え可能な不揮発性メモリであり、カメラ 100 の動作に必要な各種パラメータを記憶している。また、不揮発性メモリ 118 は、システム制御部 116 において実行するプログラムも記憶している。システム制御部 116 は、不揮発性メモリ 118 に記憶されているプログラムに従い、また不揮発性メモリ 118 に記憶されているパラメータを読み込み、各種シーケンスを実行する。

30

【0027】

電源部 119 は、カメラ 100 の各部の動作に必要な電力を供給し、例えば、2 次電池等の電源電池で構成される。電源制御部 120 は、電源部 119 を構成する電池の電源電圧や残量の検出等、電源部 119 の制御を行う。

【0028】

フラッシュ制御部 121 は、システム制御部 116 からの指示に応じてフラッシュ充電部 122 における充電動作、およびフラッシュ発光部 123 における発光動作を制御する。フラッシュ充電部 122 は、電源部 119 の電源電圧を昇圧する昇圧回路や、ここで昇圧された電圧でエネルギーを蓄積するコンデンサを有し、フラッシュ発光部 123 の発光を行うに必要なエネルギーを蓄積する。フラッシュ発光部 123 は、例えば、キセノン(Xe)管等の発光管や反射傘を備えており、フラッシュ制御部 121 から発光指示を受信した際に、フラッシュ充電部 122 のコンデンサに蓄積されたエネルギーを利用して発光する。

40

【0029】

次に、撮像素子 107 の画素の概略構成について、図 19 を用いて説明する。撮像素子 107 の 1 画素分の回路は、1 画素を構成するフォトダイオード P D、光電変換電流の蓄積部であるフローティングディフュージョン M E M、5 個のトランジスタ T r 1 ~ T r 5 から構成される。R M はリセットパルス、T R は転送パルス、R P D はフォトダイオードリセットパルス、S E はライン選択パルスを表す。なお、この撮像素子 107

50

の画素の構成および動作については、特開2009-188650号公報の段落[0052]～[0057]、[0079]～[0083]に記載されているので、詳しい説明は省略する。

【0030】

次に、本実施形態におけるカメラ100の動作について、図2ないし図4に示すフロー チャートを用いて説明する。このフローは不揮発性メモリ118に記憶されているプログラムに従ってシステム制御部116によって実行される。図2に示すフローはメインルーチン動作である。このメインルーチンは、操作部117の電源釦がオンとなると実行を開始する。

【0031】

メインルーチンの動作が開始すると、まず、ライブビュー動作を行う(S1)。ライブビュー動作では、撮像素子107から出力される画像信号に基づいて、画像処理部111によってライブビュー表示用に画像処理された画像データを表示部115に表示する。撮影者はこのライブビュー表示を見て、構図を決定し、シャッタタイミングを決める。

【0032】

ライブビュー動作を行うと、次に、操作部117のレリーズ釦が半押しされたか、すなわち、1s t レリーズスイッチがオンか否かの判定を行う(S2)。この判定の結果、1s t レリーズがオンでなかった場合には、ステップS1に戻り、ライブビュー動作を繰り返し行う。

【0033】

ステップS2における判定の結果、1s t レリーズがオンとなると、すなわちレリーズ釦が半押しされると、次に、AF処理を実行する(S3)。このステップでは、システム制御部116は、AF処理部113によって得られる合焦評価値に基づいて、撮像素子107上に結像される被写体像が最も鮮明になるように、言い換えると合焦状態となるよう、レンズ制御部102を介して撮影レンズ101の焦点状態を制御する。

【0034】

AF処理を行うと、続いて、測光を行い(S4)、露出演算を行う(S5)。これらのステップにおいて、システム制御部116は、露出制御部112において被写体輝度の算出を実行させ、算出された被写体輝度を用いて絞り値とシャッタ速度(蓄積時間)等の露出制御値を求める。絞り値とシャッタ速度の算出にあたっては、アベックス演算により求めてもよいが、本実施形態においては、不揮発性メモリ118に被写体輝度に対応する絞り値とシャッタ速度のテーブルを記憶しておき、テーブル参照により、絞り値とシャッタ速度を決定する。また、この算出にあたっては、絞り機構103の開放絞り値と、被写体輝度で決まる所定絞り値の2つの絞り値に対して、適正な露出となるシャッタ速度を求める。

【0035】

露出演算を行うと、次に、操作部117のレリーズ釦が全押しされたか、すなわち、2nd レリーズがオンか否かの判定を行う(S6)。この判定の結果、2nd レリーズがオンでなかった場合には、ステップS1に戻る。2nd レリーズがオンとなるまでは、システム制御部116は、ステップS1からステップS5を繰り返し実行し、被写体の変化に対してAF(自動焦点調節)とAE(自動露出制御)を追従させる。

【0036】

一方、ステップS6における判定の結果、2nd レリーズがオンであった場合には、撮影を行う(S7)。このステップでは、開放絞り値における被写体像の画像データを取得し、続いて開放絞り値とは異なる絞り値における被写体像の画像データを続けて取得する。この撮影のフローの詳細については図3を用いて後述する。

【0037】

撮影を行うと、次に、ステップS7において取得した画像データの画像処理を行う(S8)。この画像処理では、画像処理部111においてホワイトバランス補正処理等の一般的な画像処理の他、異なる絞り値において取得した2つの画像データを用いて、ボケを強

10

20

30

40

50

調した画像を生成するボケ処理も行う。このボケを強調した画像処理の詳細については、図4に示すボケシミュレーションのフローを用いて後述する。

【0038】

画像処理を行うと、次に、ステップS8において生成したボケを強調した画像を、所定時間だけ表示部115に表示する(S9)。ボケ強調画像の表示を行うと、システム制御部116は、画像処理部111において得られたボケを強調した画像データを画像圧縮し、この画像データを外部メモリ114に記録する(S10)。画像記録を行うと、ステップS1に戻る。なお、操作部117の電源釦が再度操作されると、メインルーチンの処理を終了する。

【0039】

次に、ステップS7における撮影のサブルーチンの詳細について、図3に示すフローチャートを用いて説明する。このサブルーチンもシステム制御部116によって実行される。この撮影動作中は、液晶絞り105は透過状態であり、露出制御には何ら関与しない。撮影のサブルーチンに入ると、まず、絞りを開放する(S21)。ここでは、システム制御部116は、絞り制御部104により絞り機構103を開放状態にさせる。

【0040】

続いて、絞り開放状態で撮像制御部108により撮像素子107の蓄積動作1を行う(S22)。蓄積動作1では、撮像素子107の各画素の光電流を蓄積部(フローティングディフュージョンMEM)において電荷蓄積する。この蓄積時間は、ステップS5における露出演算において絞り開放の条件で適正露出となるように算出された蓄積時間(シャッタ速度)が採用される。本実施形態は、いわゆるメカシャッタを備えておらず、メカシャッタが果たす露光時間の制御は、撮像素子107の蓄積動作の時間制御によって行われる。

【0041】

蓄積動作1が終わると、次に、撮像データ1の読み出しを行うとともに、絞り込みを行う(S23)。このステップでは、蓄積動作1の間に撮像素子107において蓄積された画像信号を読み出し、A/D変換部109によってA/D変換し、この画像データ(撮像データ1)をメモリ110に一時記憶する。また、この読み出し動作と並行して、ステップS5において算出された所定絞り値となるように、絞り制御部104が絞り機構103の絞り込み動作を行う。

【0042】

撮像データ1の読み出しと絞り機構103の絞り込みを行うと、次に、撮像制御部108により蓄積動作2を行う(S24)。この蓄積動作2における蓄積時間は、ステップS5における露出演算において上記所定絞り値において適正露出となるように算出された蓄積時間(シャッタ速度)が採用される。

【0043】

蓄積動作2が終了すると、次に、撮像データ2の読み出しを行う(S25)。このステップでは、蓄積動作2の間に撮像素子107において蓄積された画像信号を読み出し、A/D変換部109によってA/D変換し、この画像データ(撮像データ2)をメモリ110に一時記憶する。

【0044】

撮像データ2の読み出しを開始すると、次に絞りを開放状態に戻す(S26)。このステップでは、システム制御部116は、絞り制御部104によって絞り機構103を開放状態に戻す。絞りを開放させると、元のフローに戻る。以上のステップを実行することにより、異なる絞りで2枚の画像の画像データを取得する撮影動作を終了する。

【0045】

次に、図3に示した撮影のサブルーチンにおける動作を図13に示すタイミングチャートを用いて更に詳しく説明する。撮影動作に入ると、絞り開放に先だって、まず垂直同期信号(以下、VDと称す)をLレベルにする(タイミングt01)。VDをLレベルにするとフローティングディフュージョン(以下、FDと称す)のリセットレベルの読み出し

10

20

30

40

50

を開始する（タイミング t_{02} ）。このFDは、図19におけるフローティングディフュージョンMEMに相当する。このFDのリセットレベルの読み出し中に絞り機構103を開放状態に駆動する（タイミング $t_{03} \sim t_{04}$ ）。

【0046】

VDをLレベルにしてから所定時間、例えば50ms（以下、「50ms」は例示である）が経過すると、VDを再びLレベルにする（タイミング t_{05} ）。その後VDのLレベルが解除されると、撮像素子107のフォトダイオードで発生した光電流の電荷蓄積を開始する（タイミング t_{06} ）。この蓄積時間は、ステップS22において説明したように、開放絞りで適正露出となる時間である。蓄積時間が経過すると（タイミング t_{07} ）、VDはLレベルとなり、光電流の電荷蓄積が終了する。前述したように、本実施形態における撮像素子107のシャッタはグローバルシャッタであり、各画素、同時に光電流の電荷蓄積を開始し（タイミング t_{06} ）、シャッタ速度に対応した時間（蓄積時間）が経過すると、各画素、同時に電荷蓄積を終了する（タイミング t_{07} ）。

【0047】

VDのLレベルが解除されると（タイミング t_{08} ）、ステップS23において説明した撮像データ1の読み出しを開始する。この読み出された撮像データ1からタイミング $t_{02} \sim t_{05}$ において読み出されたFDのリセット信号を減算することにより、開放絞りでの画像データを得ることができる。

【0048】

VDをLレベルにして（タイミング t_{07} ）から50msが経過すると、再びVDをLレベルにし（タイミング t_{09} ）、Lレベルを解除した時点から（タイミング t_{10} ）、再びFDのリセット信号の読み出しを開始する。また、ステップS23において説明した絞り込みを行う（タイミング $t_{11} \sim t_{12}$ ）。図13に示す例では、F8に絞り込んでいる。

【0049】

VDをLレベルにして（タイミング t_{09} ）から50msが経過すると、再びVDをLレベルにし（タイミング t_{13} ）、Lレベルを解除した時点から（タイミング t_{14} ）、絞り込んだ状態で撮像素子107のフォトダイオードで発生した光電流の電荷蓄積を開始する。この蓄積時間は、ステップS24において説明したように、絞り込んだ状態（図13の例ではF8）で適正露出となる時間である。蓄積時間が経過すると（タイミング t_{15} ）、VDはLレベルにされ、光電流の電荷蓄積が終了する。前述したように、撮像素子107のシャッタはグローバルシャッタであることから、各画素、同時に光電流の蓄積を開始し、同時に蓄積を終了する。

【0050】

VDのLレベルが解除されると（タイミング t_{16} ）、ステップS25において説明した撮像データ2の読み出しを開始する。この読み出された撮像データ2からタイミング $t_{11} \sim t_{13}$ において読み出されたFDのリセット信号を減算することにより、絞り込んだ状態での画像データを得ることができる。また、絞りを絞り込んだ状態から撮影前の絞り値に戻す（タイミング $t_{17} \sim t_{18}$ ）。そしてVDのLレベル時から50msが経過すると（タイミング t_{19} ）、再びVDをLレベルにし、ライブビュー表示状態に戻る。

【0051】

このように、本実施形態においては、タイミング $t_{03} \sim t_{04}$ において開放絞りに設定し、タイミング $t_{06} \sim t_{07}$ において、開放絞りでの画像データを取得している。またタイミング $t_{11} \sim t_{12}$ において所定絞り値に絞り込みを行い、タイミング $t_{14} \sim t_{15}$ において、所定絞り値での画像データを取得している。なお、図13においては、ライブビュー表示の際に、開放絞りよりも絞り込んだ状態にあることを想定していたが、ライブビュー表示の際に開放状態としておく場合には、タイミング $t_{03} \sim t_{04}$ における開放絞りへの駆動を省略することができる。

【0052】

次に、ステップS8の画像処理の中で処理されるボケシミュレーションの詳細な動作に

10

20

30

40

50

について、図4に示すフローチャートを用いて説明する。ステップS7の撮影のサブルーチンで取得した2つの画像データは、画像取得時の絞り値が異なり、画像の明るさが異なることから、両者の明るさが略同じになるように、ステップS31～S34において明るさの補正処理を行う。

【0053】

明るさ補正処理として、まず、開放絞り画像の平均の明るさKopenの算出を行う(S31)。ここでは、ステップS23において読み出し、リセット信号を減算することによって取得した開放絞り状態における各画素の画像信号に基づく画像データを総計することによって平均的な明るさを算出する。

【0054】

Kopenを算出すると、続いて、絞り込んだ状態(F8)における画像の平均の明るさKF8の算出を行う(S32)。ここでは、ステップS25において読み出し、リセット信号を減算することによって取得した所定絞り(図示の例ではF8)における各画素の画像信号に基づく画像データを総計することによって平均的な明るさを算出する。

10

【0055】

KF8を算出すると、次に、明るさ補正係数HをKF8/Kopenの演算によって算出する(S33)。ここでは、ステップS32で算出したKF8をステップS31で算出したKopenで除算することにより求める。明るさ補正係数Hを算出すると、次に、明るさ補正係数Hで開放絞り画像の明るさ補正を行う(S34)。ここでは、開放絞り状態で取得した各画素の画像データに明るさ補正係数Hを乗算することにより、明るさを補正する。

20

【0056】

開放絞り状態で取得した画像データに対して明るさ補正を行うと、次に、ステップS35～S44において、所望の絞り値Fno.xにおけるボケ量bxを求め、このボケ量bxを用いてボケ画像を生成する。

【0057】

まず、評価ピクセル(X, Y)を決定する(S35)。撮像素子107の各画素の座標は、本実施形態においては、(0, 0)～(4000, 3000)であり、図5(a)に示すように、(0, 0)は撮像領域の左上隅、(4000, 3000)は撮像領域に右下隅に対応する。このステップS35では、評価ピクセルの初期値として、撮像領域の原点である(0, 0)から処理をスタートさせる。

30

【0058】

続いて、評価ピクセル評価エリア決定を行う(S36)。評価ピクセル評価エリアは、評価ピクセルの周囲の数ピクセルであり、このエリアをボケ量演算領域とする。この評価エリアは、ボケ量演算に適当な大きさとする。評価エリアが大き過ぎると、画面上の局所的なボケ具合の把握が大雑把になりすぎ、背景と被写体の境界付近の区別が大雑把になってしまう。逆に小さすぎると、ボケ量演算の精度が不足し、また処理時間上、問題となることがある。これらのこと考慮して、本実施形態では、図5に示すように、周囲の縦横3ピクセルずつで、合計9ピクセルが評価エリアとしているが、状況に応じて適切な値とすればよい。

40

【0059】

評価ピクセル評価エリアを決定すると、次に、開放絞りFopen画像の評価エリアのボケ量bopenの演算を行う(S37)。このステップでは、開放絞り状態での画像データを用い、ステップS36において決定された評価エリア内におけるコントラストを求め、これを評価エリアのボケ量bopenとする。コントラストの求め方は種々あるが、例えば、隣接画素の差分を評価エリア内で総計するようにしてもよい。

【0060】

ボケ量bopenを算出すると、次に、F8画像の評価エリアのボケ量b8の演算を行う(S38)。このステップでは、絞りF8での画像データ(図5(b))を用い、ステップS36において決定された評価エリア内におけるコントラストをステップS37と同

50

様の方法で求め、これを評価エリアのボケ量 b_8 とする。

【0061】

ボケ量 b_8 を算出すると、次に、開放と F_8 画像のボケ量の変化量 b を演算する (S 38)。ここでは、 $b = (b_8 - b_{open})$ 、すなわち、ステップ S 38 で演算したボケ量 b_8 から、ステップ S 37 で演算したボケ量 b_{open} を減算し、変化量 b を求める。

【0062】

ボケ量の変化量 b を演算すると、次に、所定 $F_{no.} \times$ のボケ量 b_x を推定する (S 40)。図 6 に示すように、開放絞り (図示の例では、 $F_{2.8}$) と所定の絞り値 (図示の例では、 F_8) におけるボケ量が分かると、ボケ量の傾 b を用いて、所定の $F_{no.} \times$ (図 6 の例では、 $F_{0.7}$) におけるボケ量 b_x を直線近似で推定することができる。本実施形態においては、このボケ量 b_x を、 $b_x = b_{open} + \{ b \cdot (F_x - F_{open}) \} / (F_8 - F_{open})$ の演算式を用いて求める。

【0063】

ボケ量 b_x を推定すると、次に、所定 $F_{no.} \times$ の推定ボケ量 b_x に近似するボケ関数を作成する (S 41)。ボケ関数としては、例えば、図 5 (c) に示すような平滑フィルタを使用するが、これに限らず、推定ボケ量 b_x に変換できる関数であればこれに限らない。ボケ関数を作成すると、次に、適用画像のピクセル (X, Y) に、ボケ関数を適用する (S 42)。図 5 (c) に示す平滑フィルタでは、評価ピクセル (X, Y) に対して、係数 4 を乗算し、評価ピクセルの周囲については係数 1 を乗算し、総計した後、総計数で除算する演算を行い (図 5 (c) に示す平滑フィルタの例では、 $12(4 + 1 \times 8)$ で除算することになる)、評価ピクセル (X, Y) の値を、図 5 (d) に示すように、演算結果に置き換える。

【0064】

ボケ関数を適用すると、次に、評価ピクセル (X, Y) の移動を行う (S 43)。評価ピクセルの初期値は、ステップ S 35 において、(0, 0) が設定されており、この (0, 0) の位置から初めて、最初は同じ行で右側に進み、右端まで進むと 1 つ下の行に移る。すなわち、本実施形態においては、(0, 1)、(0, 2)、(0, 3)、…、(0, 2999)、(0, 3000)、(1, 1)、(1, 2)、…、(3999, 3000)、(4000, 1)、…、(4000, 3000) の順に、評価ピクセルを移動する。

【0065】

評価ピクセルの移動を行うと、次に、全ピクセルについて処理を行ったか否かの判定を行う (S 44)。本実施形態においては、評価ピクセルとして、(4000, 3000) について処理が終了したか否かを判定する。この判定の結果、終了していなかった場合には、ステップ S 36 に戻り、処理を繰り返す。一方、判定の結果、全ピクセルについて処理が終了した場合には、元のフローに戻り、他の画像処理を行う。

【0066】

次に、図 4 に示したボケシミュレーションを行う画像データについて図 7 を用いて説明する。図 7 は画像データの処理の流れを示しており、撮像素子 107 から出力され、画像処理部 111 によって処理された 16 ビットの RAW 画像データ 201 は、さらに画像処理部 111 によって 16 ビットの RGB 画像データ 203 に処理される。この RGB 画像データ 203 は、輝度およびカラー信号からなる 16 ビットの YCC 画像データ 205 に処理され、さらに YCC 画像データ 205 は 8 ビットの JPEG 画像データ 207 に画像圧縮される。

【0067】

ボケシミュレーションとしては、RAW 画像データ 201 と RGB 画像データ 203 の間でボケシミュレーション 202 を行うか、RGB 画像データ 203 と YCC 画像データ 205 の間でボケシミュレーション 204 を行うか、YCC 画像データ 205 と JPEG 画像データ 207

10

20

30

40

50

画像データ207の間でボケシミュレーション206を行うかの3通りがある。JPEG画像データ207に対してボケシミュレーションを行う場合には8ビットと情報量が少なくなり、特に高輝度領域では補正がなされ、データとして粗く、データが欠けていることから、ボケシミュレーションを行うには適切ではない。それに対して、RAW画像データ201、RGB画像データ203、およびYCC画像データ205に対しては、16ビットと情報量も多く、明るさに対してリニアであるため、いずれの画像データに対してもボケシミュレーションを行ってもよい。

【0068】

JPEG圧縮されたJPEG画像データに対して、ボケシミュレーションを行う場合には、図8に示すように、JPEG画像データ207に対して伸張208を行い、この伸張を行った画像データ208を再びRGB画像データ209に戻してから、ボケシミュレーション210を行う。このように一旦、伸張をおこなっているのは、図8中のグラフに示すように、高輝度側をリニアに伸張するためであり、これによって、明るい光源が有る場合、光源のボケ具体を上手に再現することができる。

10

【0069】

図8に示した例では、ノンリニアのJPEG画像データを、リニアのRGB画像データに戻しただけであるが、通常の点光源は、RAW画像データであっても飽和している場合がある。そこで、この問題を解決するために、図9に示すように、RAW画像データ211に対して、部分伸張212を行うようにしてもよい。部分伸張212では、図9中のグラフに示すように、RAW画像データ211の高輝度側のデータに対して（図中では、64000以上）、ノンリニアの伸張を行い、これより低輝度側のデータに対してリニアのままとする。

20

【0070】

部分伸張212を行った画像データを、32ビットのRGB画像データ213に処理し、このRGB画像データ213に対してボケシミュレーション214を行うようにすればよい。ボケシミュレーション214を行った画像データに対して、圧縮215を行うことによって、部分圧縮212による圧縮を元に戻す。さらに、16ビットのYCC画像データ216に変換し、これを8ビットのJPEG画像データ217に変換する。この図9に示した変形例では、前述したように、点光源のように飽和している画像であっても所定の絞り値でのボケ状態と同等のボケ画像を得ることができる。

30

【0071】

次に、ステップS10において行う画像記録の際のボケ画像データの記録について、図10ないし図12を用いて説明する。一般に、デジタルカメラにおいては、撮影時にRAW画像データかJPEG画像データの一方または両方を、ユーザが予め指定した形式で記録を行う。記録画像データがJPEG画像データの場合には、図7ないし図9において説明したようなボケシミュレーションを行ったJPEG画像データを記録すれば足りる。しかし、RAW画像データは、何れの処理も行わないデータであるという性質上、RAW画像データに対して、ボケシミュレーションを施し、これを記録することができない。一般に、RAW画像データは、パーソナルコンピュータ（以下、PCと称す）等で現像が行われることから、このときPC上でボケシミュレーションを行えばよい。また、JPEG画像データに対しても、PC上でボケ量を増やす等の後処理を行う場合がありうる。

40

【0072】

そこで、本実施形態においては、画像データの記録の際に、PC上でボケシミュレーションを可能とする情報を記録するようにしている。すなわち、記録画像に、画像全体にわたる各画素に対応したボケ量変化bと、それを算出した画像の絞り値を画像データに添付して記録を行う。

【0073】

図10(a)は、外部メモリ114に記録されるExif形式で記録される画像データを示す。領域302には、まず、主画像の画像データが記録され、ここでの画像データの形式はJPEGデータまたはRAWデータである。領域303、304には異なる絞り値

50

で撮影された画像の絞り値がそれぞれ記録される。領域 305 ~ 306 にはボケ量変化 b が、R、G、B ごとに記録される。

【0074】

ボケ量変化 b を算出した画像の絞り値の情報の代わりに、ボケ量変化 b を絞り値の差分で除算した値、すなわち、

$$b / (F8 - Fopen)$$

を記録するようにしてもよい。ここで、F8 はボケ量変化 b を算出した際の絞り値であり、撮影時の絞り値を用いる。

【0075】

このときの記録情報は、図 10 (b) に示すように、領域 301 から領域 304 までは 10 図 10 (a) と同じである。しかし、領域 305 から領域 307 の記録に代えて、領域 315 から領域 317 には、RGB ごとにボケ量変化 b を絞り値の差分で除算した値を記録する。

【0076】

なお、領域 305 から領域 307 に記録される b (R)、b (G)、b (B)、また領域 315 から領域 317 に記録される b / (F8 - Fopen) (R)、b / (F8 - Fopen) (G)、b / (F8 - Fopen) (B) のデータは通常低周波成分のみであるので、これを JPEG 壓縮し、データ量を小さくするようにしてもよい。

【0077】

このように、本実施形態においては、主画像として 1 枚の画像データと、異なる 2 つの画像のそれぞれの絞り値と、ボケ量変化 b を記録するだけであるので、異なる 2 つの画像の画像データをそれぞれ記録するよりは、格段にデータ量を削減することができる。また、記録されている画像データを用いて、PC 上で RAW 画像データを現像する場合や、JPEG 画像データに更にボケ処理を行う場合には、記録されている絞り値の情報やボケン変化量等を用いて、ボケ処理を行うことができる。ボケ処理としては、PC が図 4 に示したボケシミュレーションを実行すればよい。

【0078】

また、領域 302 に記録する主画像の画像データは、JPEG 形式の場合にはボケ処理を行った画像データであり、また RAW 形式の場合には、より最終画像に近い絞り開放側の RAW 画像データを記録する。しかし、最初にパンフォーカス画像が欲しい場合もあることから、ボケシミュレーションを行うか否かを選択する選択手段を設けておき、ボケシミュレーションが選択された場合には、開放絞り値と所定絞り値（例えば、F8）で自動的に追加撮影を行い、この撮影画像に加えて追加撮影された画像を記録するようにしてもよい。この場合、追加撮影された開放絞り値と所定絞り値での画像データは、RAW 形式でも JPEG 形式でもいずれの形式でも構わない。

【0079】

この結果、主画像の画像ファイルと、開放絞り値での画像ファイルと、所定絞り値での画像ファイルの 3 つの画像ファイルができる。ここで、3 つの画像ファイルが関連付けを簡単化するために、本実施形態においては、ファイル名は同一とし、拡張子名を異ならせている。例えば、図 11 に示すように、主画像ファイル 321 については、拡張子名は、JPEG 形式の画像データであれば JPEG、RAW 形式であれば RAW とし、画像ファイル名（図 11 の例では、Pmdd ）を付与する。ボケ評価用の評価用画像ファイル 322、323 については、RAW および JPEG 以外の拡張子名とし（図 11 の例では、B00 と B08）、主画像ファイルと同じファイル名の同一オブジェクト（図 11 の例では、Pmdd ）として記録する。なお、評価用画像ファイル 322 は開放絞り値の画像であり、評価用画像ファイル 323 は F8 絞りでの画像である。

【0080】

次に、ステップ S1 におけるライブビュー表示について、図 12 を用いて説明する。ライブビュー表示は、一般には、開放絞り状態での画像データを用いて表示を行う。ただ、これでは、ボケ処理を行った場合の画像を事前に観察することができない。そこで、本実

10

20

30

40

50

施形態においては、開放絞り状態における画像に加えて、ライブビュー表示の際にも、ボケ強調処理を行った画像も表示できるようにしている。

【0081】

図12において、タイミングT3、T6、T9において、液晶絞り105は、液晶絞り制御部106によって、透過状態（開放絞りに相当）と絞り込み状態（F8に相当）に交互に切り替えられている。液晶絞り105が透過状態におけるT1～T2のタイミングで撮像素子107は露光を行い、このとき蓄積された光電流に基づく画像データはT2～T4において読み出される。続いて、タイミングT4～T5において、液晶絞り105がF8に絞り込まれた状態で撮像素子107は露光を行い、このときの画像データはT5～T7において読み出される。

10

【0082】

液晶絞り105が透過状態（開放絞り値に相当）と絞り込み状態（F8に相当）における2つの画像データが得られたことから、タイミングT7～T9において、図4に示したボケシミュレーションを実行することによりボケ強調処理を行う。このボケ強調処理された画像データに基づく画像を、タイミングT9～T10において表示する。

【0083】

このように、液晶絞り105の透過状態を交互に変更することにより、2つの絞り状態での画像を取得し、これに対してボケシミュレーションを施し、ボケ強調処理された画像を表示している。このため、レリーズ動作前に、ボケ強調処理を行った場合のボケの状態を観察することができる。

20

【0084】

以上、説明したように、本発明の一実施形態においては、開放絞り状態において画像データを取得し、さらに続けて開放絞り値より絞り込んだ状態において画像データを取得し、この2つの画像データに基づいて、ボケ強調処理を行うようにしている。このため、撮影時に違和感なく自然な感じでボケ処理を行うことができる。特に、本実施形態においては、いわゆるメカシャッタが設けられておらず、撮像素子中の光電流の電荷蓄積時間を制御することによって2つの画像データを取得している。このため、1回の撮影を行うにあたって、2回シャッタ音がしてしまい、撮影者に違和感を与えるようなことがない。

【0085】

次に、本発明の一実施形態における撮像素子107としてローリングシャッタを用いた変形例1を説明する。この変形例1の撮像素子107の画素の概略構成について、図20を用いて説明する。撮像素子107の1画素分の回路は、1画素を構成するフォトダイオードP D、光電変換電流の蓄積部であるフローティングディフュージョンM E M、4個のトランジスタTr11～Tr14から構成される。

30

【0086】

前述の図19に示したグローバルシャッタを有する撮像素子107の場合と比較し、大概、図19のトランジスタTr2が図20のトランジスタTr11に相当し、トランジスタTr3がトランジスタTr12に相当し、トランジスタTr4がトランジスタTr13に相当し、トランジスタTr5がトランジスタTr14に相当する。図20の回路には、図19のトランジスタTr1に対応するトランジスタは存在しない。

40

【0087】

また、図20において、RMiはリセットパルス、TRiは転送パルス、SEiはライン選択パルスを表わす。なお、この変形例1の撮像素子107の画素の構成および動作については、特開2009-188650号公報の段落[0002]～[0016]に記載されているので、詳しい説明は省略する。

【0088】

このような変形例の撮像素子107を使用した場合には、撮影時にはグローバルシャッタに代えて、ローリングシャッタで撮影を行うことになる。この撮影時における動作について、図14に示すタイミングチャートを用いて説明する。なお、このタイミングチャートは本発明の一実施形態における図13のタイミングチャートに相当する。

50

【0089】

変形例1の撮影動作にはいると、VDをLレベルにするとと共に(タイミングt21)、絞りを開放絞り値に向けて駆動する(タイミングt23～t24)。開放絞り状態になると、次に、ローリングシャッタにより撮像素子107のフォトダイオードから出力される光電流を、フローティングディフュージョンMEMにて蓄積動作を開始する(タイミングt26)。開放絞り値で適正露出となるシャッタ速度(蓄積時間)が経過すると、蓄積動作を終了する(タイミングt27)。ローリングシャッタであることから、全画素、同時に蓄積を開始し同時に蓄積を終了することなく、五月雨式に順次、ラインごとに蓄積を開始し終了する。ただし、いずれの画素においても蓄積時間は同一である。

【0090】

10

全画素について蓄積時間が経過していないなくても、最初に蓄積を開始した画素について蓄積時間が終了すると、撮像データ1(画像信号)の読み出しを開始し(タイミングt28)、ラインごとに、順次、読み出しを行う。

【0091】

撮像データ1の読み出しが終了すると、次に、絞りを所定の絞り値(図示の例ではF8)に絞り込みを行う(タイミングt31～t32)。続いて、タイミングt26～t27と同様に、ローリングシャッタにより撮像素子107のフォトダイオードから出力される光電流を、フローティングディフュージョンMEMにて蓄積動作を行う。蓄積動作が終了すると、撮像データ2の読み出しを開始し(タイミングt36)、開放絞りに戻す(タイミングt38～t39)。

20

【0092】

このように、変形例1においては、ローリングシャッタを用いて、1回の撮影の中で、絞り値の異なる2つの画像データを取得している。この取得した2つの画像データを用いて、本発明の一実施形態と同様に、ボケ強調処理を行うことができる。

【0093】

次に、本発明の一実施形態における撮像素子107としてグローバルシャッタとローリングシャッタを組み合わせた変形例2を説明する。この変形例2で使用する撮像素子107は、図19を用いた説明したグローバルシャッタタイプの撮像素子である。グローバルシャッタとして使用する場合には、5個のトランジスタの全てを使用し、ローリングシャッタとして使用する場合には、5個のトランジスタの内、トランジスタTr1を使用しなければよい。

30

【0094】

変形例2における撮影時における動作について、図15に示すタイミングチャートを用いて説明する。なお、このタイミングチャートは本発明の一実施形態における図13のタイミングチャートに相当する。

【0095】

変形例2における1枚目の撮影は、グローバルシャッタによって行われ、開放絞り状態で画像データが取得される。この1枚目の撮影は、図13におけるタイミングt01～t08までと同様であるので、同一のタイミングには同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

40

【0096】

ただし、1枚目の撮影の際、タイミングt08から行われる撮像データ1の読み出しの間に、絞り込み動作を行うようにしている(タイミングt41～t42)。本発明の一実施形態においては、2枚目の撮影のFDリセット読み出しの最中に行っていたが、変形例2においては、2枚目の撮影はローリングシャッタで行うことから、1枚目の撮像データ1の読み出しの最中に行うこととした。

【0097】

絞り込みが終了した後、VDがLレベルにされHレベルに戻ると(タイミングt44)、ローリングシャッタによって撮像素子107のフォトダイオードの光電流をフローティングディフュージョンMEMにて蓄積動作を行う(タイミングt44～t46)。蓄積動

50

作が終了すると、撮像データ2の読み出しを開始し(タイミングt46)、開放絞りに戻す(タイミングt48~t49)。

【0098】

このように、変形例2においては、グローバルシャッタとローリングシャッタを組み合わせて、1回の撮影の中で、絞り値の異なる2つの画像データを取得している。この取得した2つの画像データを用いて、本発明の一実施形態と同様に、ボケ強調処理を行うことができる。

【0099】

次に、本発明の一実施形態における撮像素子107としてグローバルシャッタとローリングシャッタを組み合わせた変形例3について、図16に示すタイミングチャートを用いて説明する。この変形例3で使用する撮像素子107は、変形例2と同様に図19に示したものと同じである。また、変形例3では、図1に示した構成において、撮影レンズ101と撮像素子107の間にノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタを配置する。このメカシャッタの位置は、上記区間であれば、どこでもよいが、第1及び第2のシャッタ幕を有することから、撮像素子107の直前が好ましい。ノーマリオープンタイプのメカシャッタは、通常状態では開放状態であり、シャッタチャージを行ったのち、リリーズするとシャッタが閉じる。

【0100】

変形例3における1枚目の撮影も変形例2の場合と同様に、グローバルシャッタによって行われ、開放絞り状態で画像データが取得される。この1枚目の撮影は、図13におけるタイミングt01~t08までと同様であるので、同一のタイミングには同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0101】

また、1枚目の撮影の際、タイミングt08から行われる撮像データ1の読み出しの間に、変形例2と同様に、絞り込み動作を行うようにしている(タイミングt51~t52)。変形例3の場合には、絞り開放に加えて、ノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタの第1幕を閉じさせる(タイミングt52)。この状態は、シャッタ閉じの状態であり、この閉じ状態の際に撮像素子107のグローバルリセットを行う。

【0102】

そして、ノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタの第1幕を走行させ(タイミングt55)、算出されたシャッタ速度に対応する時間が経過した時点で、シャッタの第2幕を走行させ(タイミングt56)、シャッタ閉じの状態にする。この後、撮像素子107から撮像データ2の読み出しを開始し(タイミングt58)、ノーマリオープンタイプのシャッタのチャージを行う(タイミングt59)。

【0103】

このように、変形例3においては、1枚目の撮影は撮像素子107のグローバルシャッタによって露出時間が制御されるが、2枚目の撮影は、ノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタによって露出時間が制御される。ただし、2枚目の撮影にあたって、撮像素子107はローリングシャッタによって電荷蓄積を行う。なお、本変形例においては、ノーマリオープンタイプのシャッタを用いており、1枚目の撮影が終了した際に、シャッタ幕が走行しシャッタ音が発生する。しかし、シャッタ音としては1枚目から2枚目に移る際に1回だけであることから、撮影者が違和感を抱くことはない。

【0104】

次に、本発明の一実施形態における撮像素子107としてグローバルシャッタとローリングシャッタを組み合わせた変形例4を図17に示すタイミングチャートを用いて説明する。この変形例4で使用する撮像素子107とノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタは、変形例3と同様である。

【0105】

変形例4における1枚目の撮影も変形例2、3の場合と同様に、グローバルシャッタによって行われ、開放絞り状態で画像データが取得される。この1枚目の撮影は、図13に

10

20

30

40

50

おけるタイミング $t_{01} \sim t_{08}$ までと同様であるので、同一のタイミングには同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0106】

また、1枚目の撮影の際、タイミング t_{08} から行われる撮像データ1の読み出しの間に、変形例2、3と同様に、絞り込み動作を行うようにしている（タイミング $t_{61} \sim t_{62}$ ）。絞り込みが終わると、撮像素子107はシャッタ幕の速度と同じ速度でシャッタ幕の走行方向と同じ方向にライン毎にリセット（以下、この擬似的先幕リセットのことを「SDSリセット」という）を行う（タイミング t_{64} ）。これによって、撮像素子107の各画素の各ラインは、順次、時間差をもってリセットされる。

【0107】

そして、SDSリセットを開始してから、算出されたシャッタ速度に対応する時間が経過した時点で、シャッタの第2幕を走行させ（タイミング t_{65} ）、シャッタ閉じの状態にする。この後、撮像素子107から撮像データ2の読み出しを開始し（タイミング t_{66} ）、ノーマリオープンタイプのシャッタのチャージを行う（タイミング t_{67} ）。

【0108】

このように、変形例4においては、1枚目の撮影は撮像素子107のグローバルシャッタによって露出時間が制御されるが、2枚目の撮影は、SDSリセットとノーマリオープンタイプのフォーカルプレーンシャッタの第2幕によって露出時間が制御される。

【0109】

次に、本発明の一実施形態における撮像素子107としてグローバルシャッタを用いた変形例5を図18に示すタイミングチャートを用いて説明する。この変形例5で使用する撮像素子107の画素の概略構成について、図21を用いて説明する。撮像素子107の1画素分の回路は、1画素を構成するフォトダイオードP.D.、光電変換電流の蓄積部であるフローティングディフュージョンMEM、7個のトランジスタTr21～Tr27から構成される。

【0110】

前述の図19に示したグローバルシャッタを有する撮像素子107の場合と比較し、大概、図19のトランジスタTr1が図21のトランジスタTr21、トランジスタTr2がトランジスタTr22、Tr23、Tr24に相当し、トランジスタTr3がトランジスタTr25に相当し、トランジスタTr4がトランジスタTr27に相当する。なお、この変形例5の撮像素子107の画素の構成および動作については、特開2004-282552号公報の図8および図9、段落[0086]～[0106]、に記載されているので、詳しい説明は省略する。ただし、この公知技術には、Tr21に対応するトランジスタは省略されているが、その機能は、図19のトランジスタTr1と同様である。

【0111】

このような変形例5の撮像素子107を使用した場合には、撮影時にはグローバルシャッタで撮影を行うことになる。この撮影時における動作について、図18に示すタイミングチャートを用いて説明する。なお、このタイミングチャートは本発明の一実施形態における図13のタイミングチャートに相当する。変形例5の撮像素子107は、本発明の一実施形態における撮像素子107と比較し、FDリセット読み出しを不要としている点で相違しているだけである。このため、図13に示す一実施形態におけるタイミングチャートとの相違点を中心に説明する。

【0112】

本発明の一実施形態においては、1枚目の撮影において、タイミング $t_{01} \sim t_{05}$ においてFDリセットレベルの読み出しを行っていたが、変形例5ではタイミング $t_{73} \sim t_{74}$ において開放絞りへの駆動のみを行っている。そして、タイミング $t_{76} \sim t_{77}$ の間、撮像素子107の光電流の蓄積を行う。この後、一実施形態と同様に、撮像素子107から画像信号の読み出しを行うとともに、絞り込みを行う（タイミング $t_{79} \sim t_{80}$ ）。そして、2枚目の撮影に入り、光電流の蓄積を行い（タイミング $t_{82} \sim t_{83}$ ）、蓄積が終わると、画像信号の読み出しを行うとともに（タイミング $t_{84} \sim$ ）、絞りをラ

10

20

30

40

50

イブビュー表示時の絞りに戻す(タイミング $t_{85} \sim t_{86}$)。

【0113】

以上説明したように、本発明の一実施形態やその変形例においては、レリーズの指示に応答し、第1の絞り値(開放絞り値)において第1画像の撮影を行い(S21、S22)、この第1の画像の撮影終了後、撮像手段により第1の画像データを読み出すと共に第2の絞り値まで絞り動作を並行して行い(S23)、この第2の絞り値において第2の画像の撮影を行い(S24)、この撮影終了後、撮像手段により第2の画像データを読み出し(S25)、第1の画像データと第2の画像データの局部ごとのコントラスト値の変化量を検出し、第1または第2画像データに対して局部ごとに変化量に応じたぼかし強度でぼかし処理を行うようにしている(S35～S44)。このため、撮影時に違和感なく自然な感じでボケ処理を行うことができる。10

【0114】

また、撮像素子107は各画素に対応する光電変換素子(PD)と電荷蓄積部(フローティングディフュージョンMEM)を有し、第1画像および第2の画像の撮影の際の露出時間は、電荷蓄積部における蓄積時間を制御している。メカシャッタによって露光時間の制御がなされないことから、2枚の画像データを取得する際に、2回シャッタ音がすることなく、撮影者に違和感を与えることがない。

【0115】

なお、本発明の一実施形態や変形例においては、2枚の絞り値が異なる画像を得るにあたって、開放絞りと絞り値F8の2種類の絞り値を使用してボケ処理を行っていた。しかし、これは例示であり、他の絞り値を使用してもよいことは勿論である。また、3枚以上の絞り値が異なる画像を用いて、ボケ処理を行うようにすれば、さらにボケ処理の精度を向上させることができる。20

【0116】

また、本発明の一実施形態や変形例においては、ボケ処理をカメラ100で行っていたが、2枚の画像データを記録しておき、PC等の画像処理装置において、図4に示したフローを実行することにより、ボケ処理を行うようにしてもよい。

【0117】

さらに、本発明の一実施形態や変形例においては、撮影のための機器として、デジタルカメラを用いて説明したが、カメラとしては、デジタル一眼レフカメラでもコンパクトデジタルカメラでもよく、ビデオカメラ、ムービーカメラのような動画用のカメラでもよく、さらに、携帯電話や携帯情報端末(PDA:Personal Digital Assist)、ゲーム機器等に内蔵されるカメラでも構わない。30

【0118】

本発明は、上記実施形態にそのまま限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素の幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

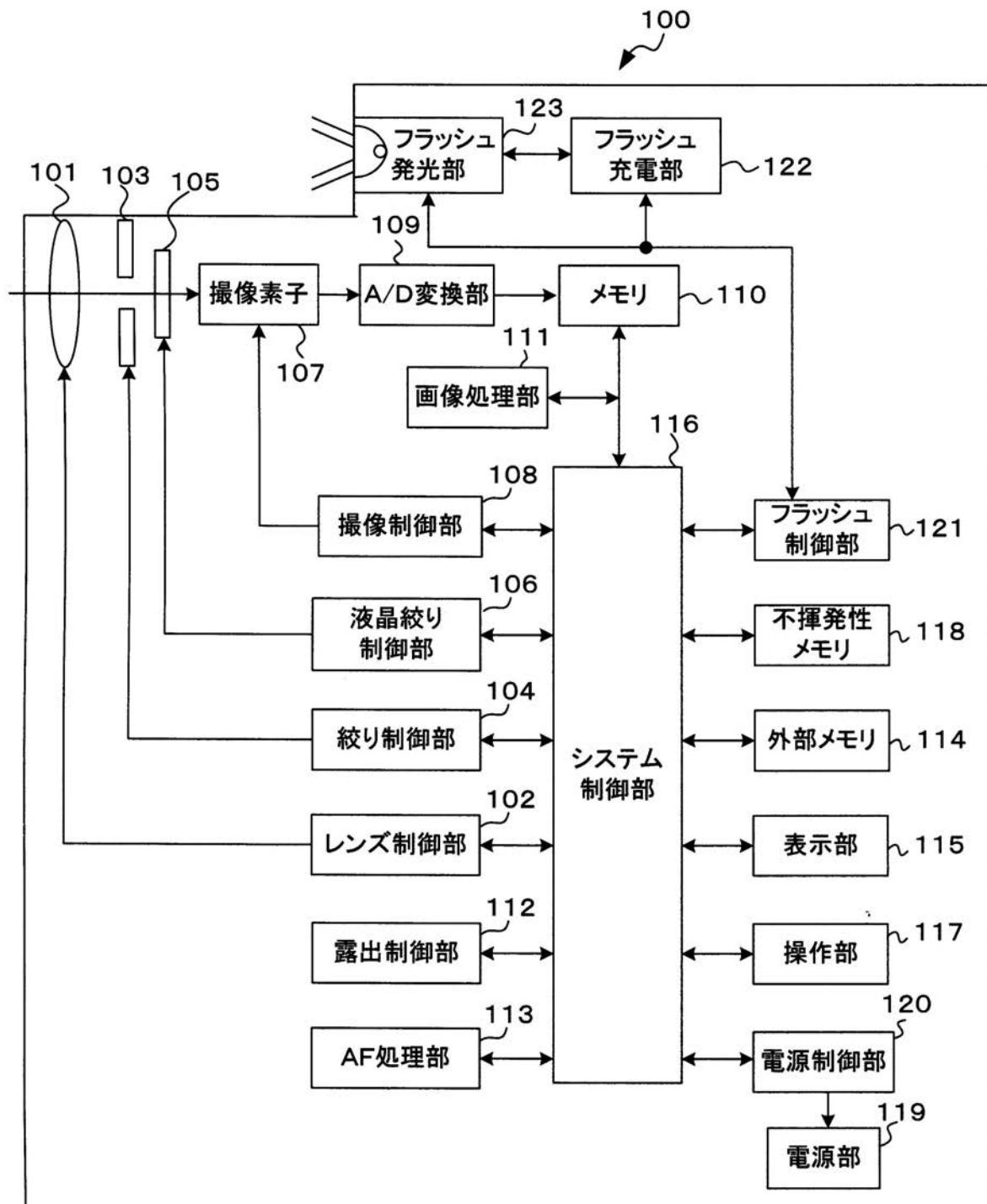
【符号の説明】40

【0119】

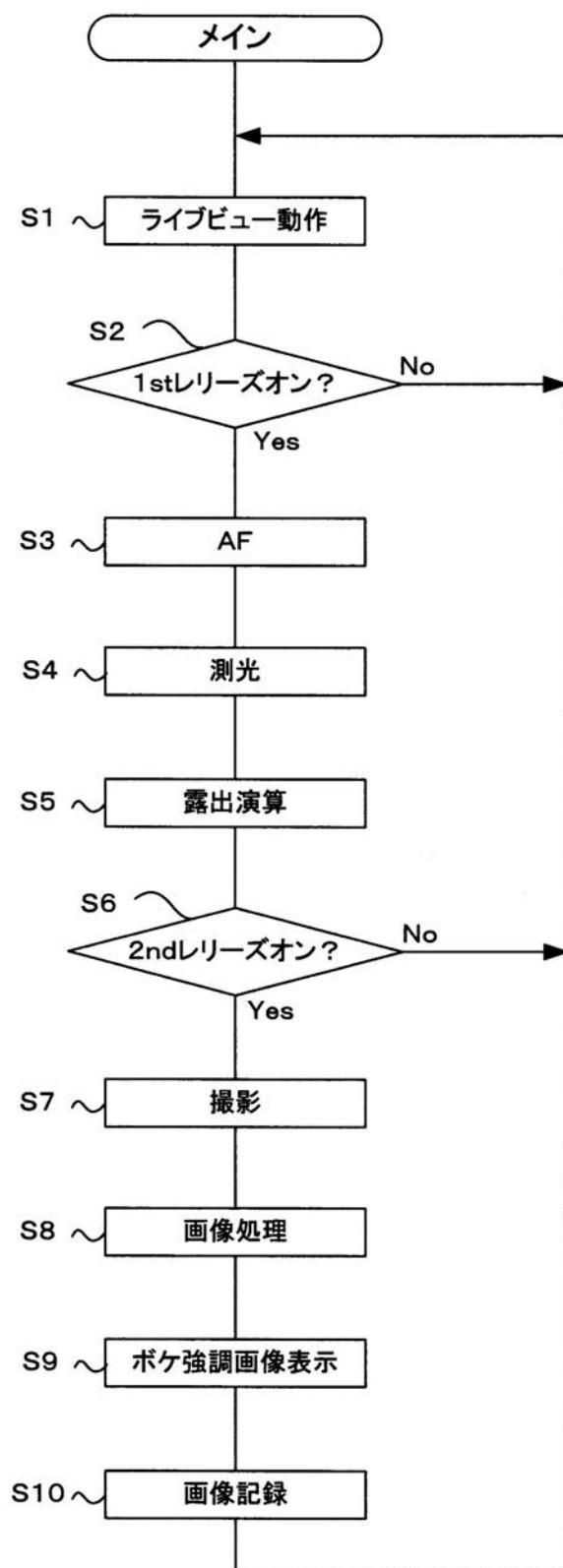
100・・・カメラ、101・・・撮影レンズ、102・・・レンズ制御部、103・・・絞り機構、104・・・絞り制御部、105・・・液晶絞り、106・・・液晶絞り制御部、107・・・撮像素子、108・・・撮像制御部、109・・・A/D変換部、110・・・メモリ、111・・・画像処理部、112・・・露出制御部、113・・・AF処理部、114・・・外部メモリ、115・・・表示部、116・・・システム制御部、117・・・操作部、118・・・不揮発性メモリ、119・・・電源部、120・・・電源制御部、121・・・フラッシュ制御部、122・・・フラッシュ充電部、123・・・フラッシュ発光部、201・・・RAW画像データ、202・・・ボケシミュレーション、203・・・RGB画像データ、204・・・ボケシミュレーション、205・・・50

・・YCC画像データ、206・・・ボケシミュレーション、207・・・JPEG画像データ、211・・・RAW画像データ、212・・・部分伸張、213・・・RGB画像データ、214・・・ボケシミュレーション、215・・・圧縮、216・・・YCC画像データ、217・・・PEG画像データ、301～307・・・領域、315～317・・・領域、321・・・主画像ファイル、322・・・評価用画像ファイル(開放絞り)、323・・・評価用画像ファイル(F8絞り)、PD・・・フォトダイオード、MEM・・・フローティングディフュージョン、Tr1～Tr5・・・トランジスタ、Tr11～Tr14・・・トランジスタ、Tr21～Tr27・・・トランジスタ

【 図 1 】



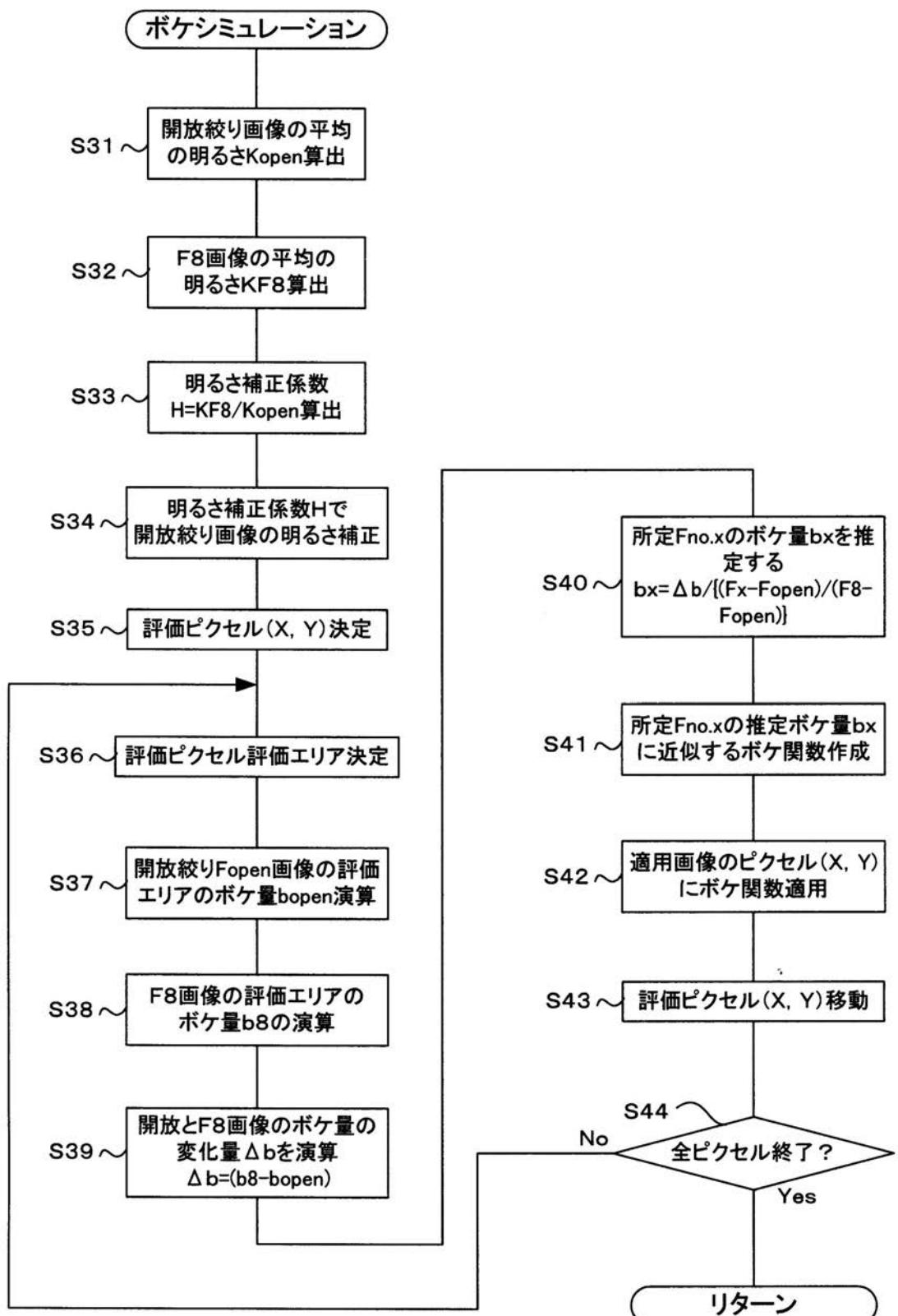
【図2】



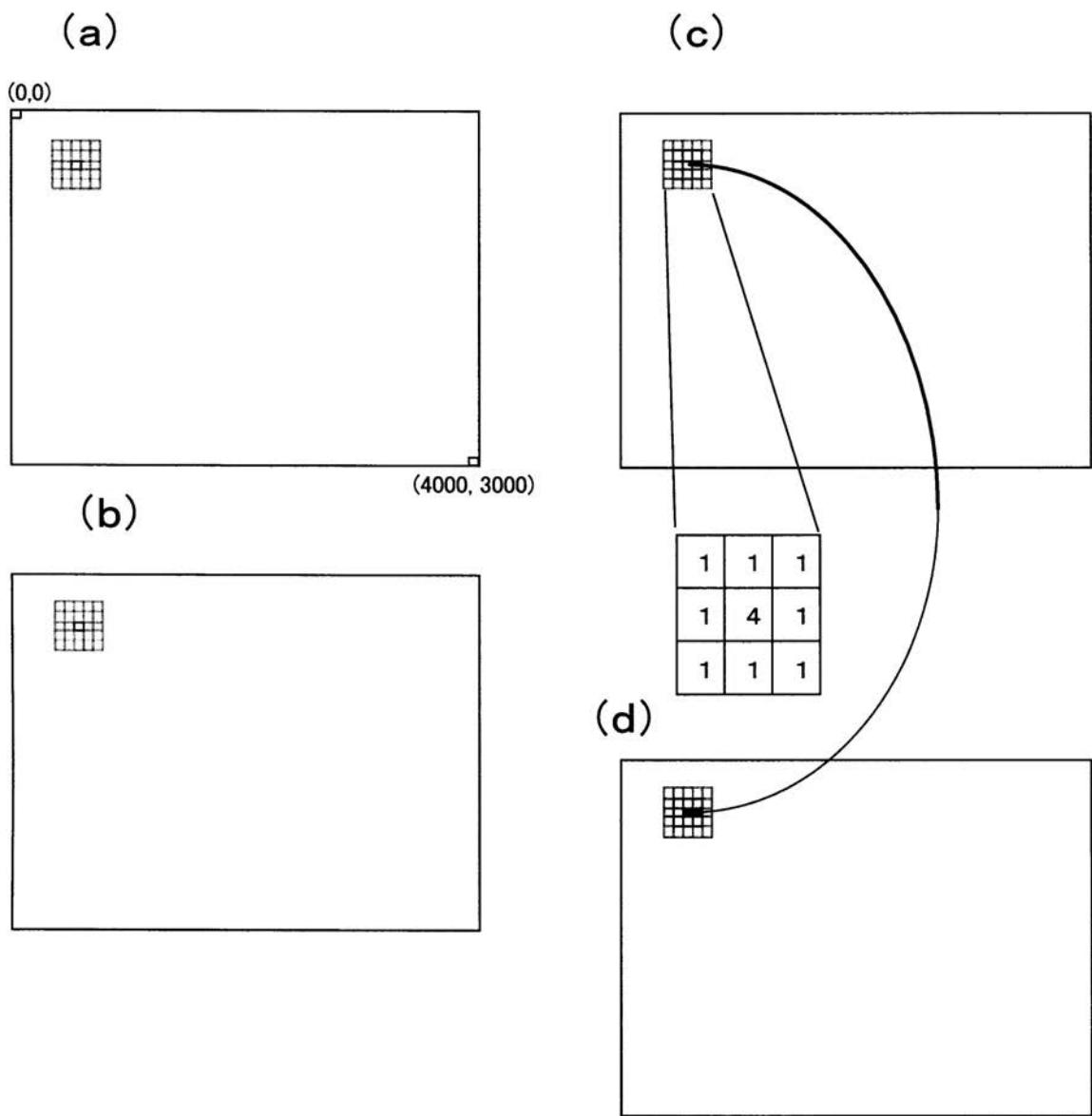
【図3】



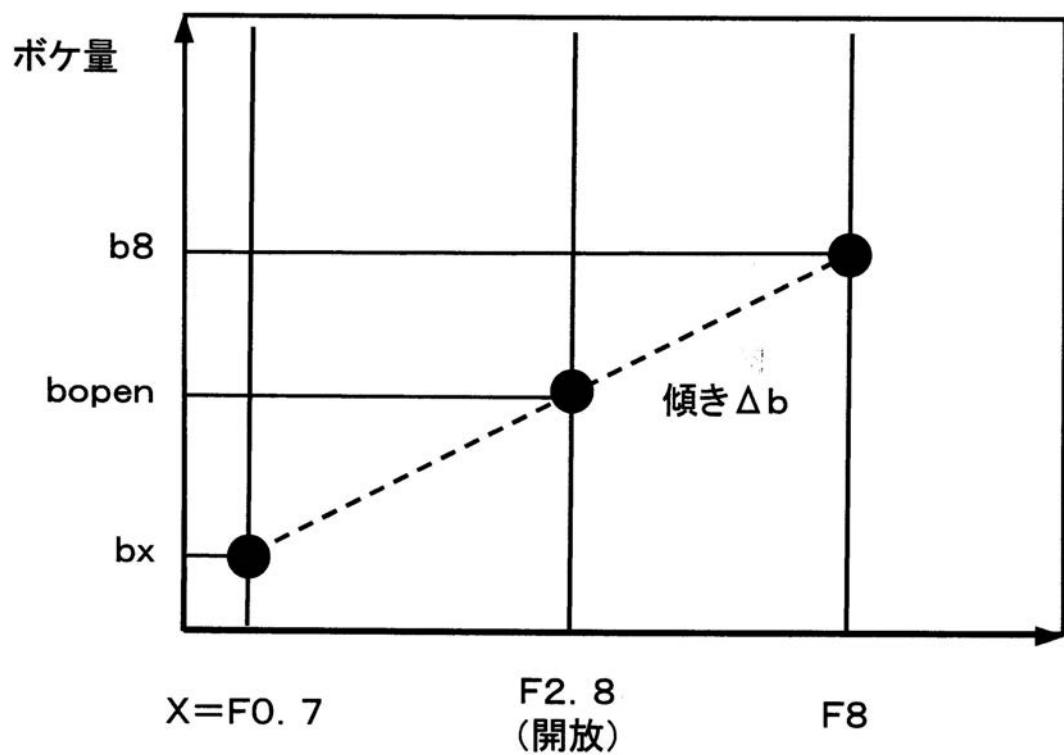
【図4】



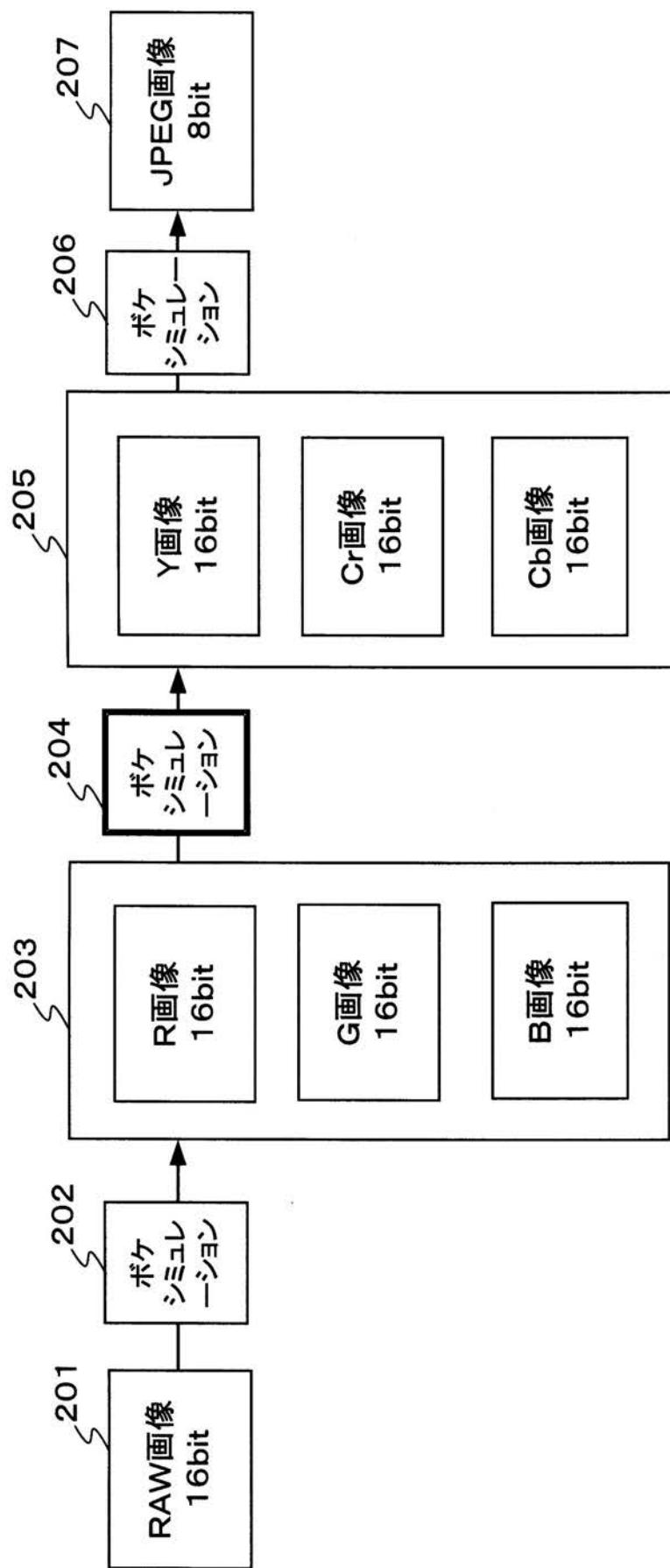
【図5】



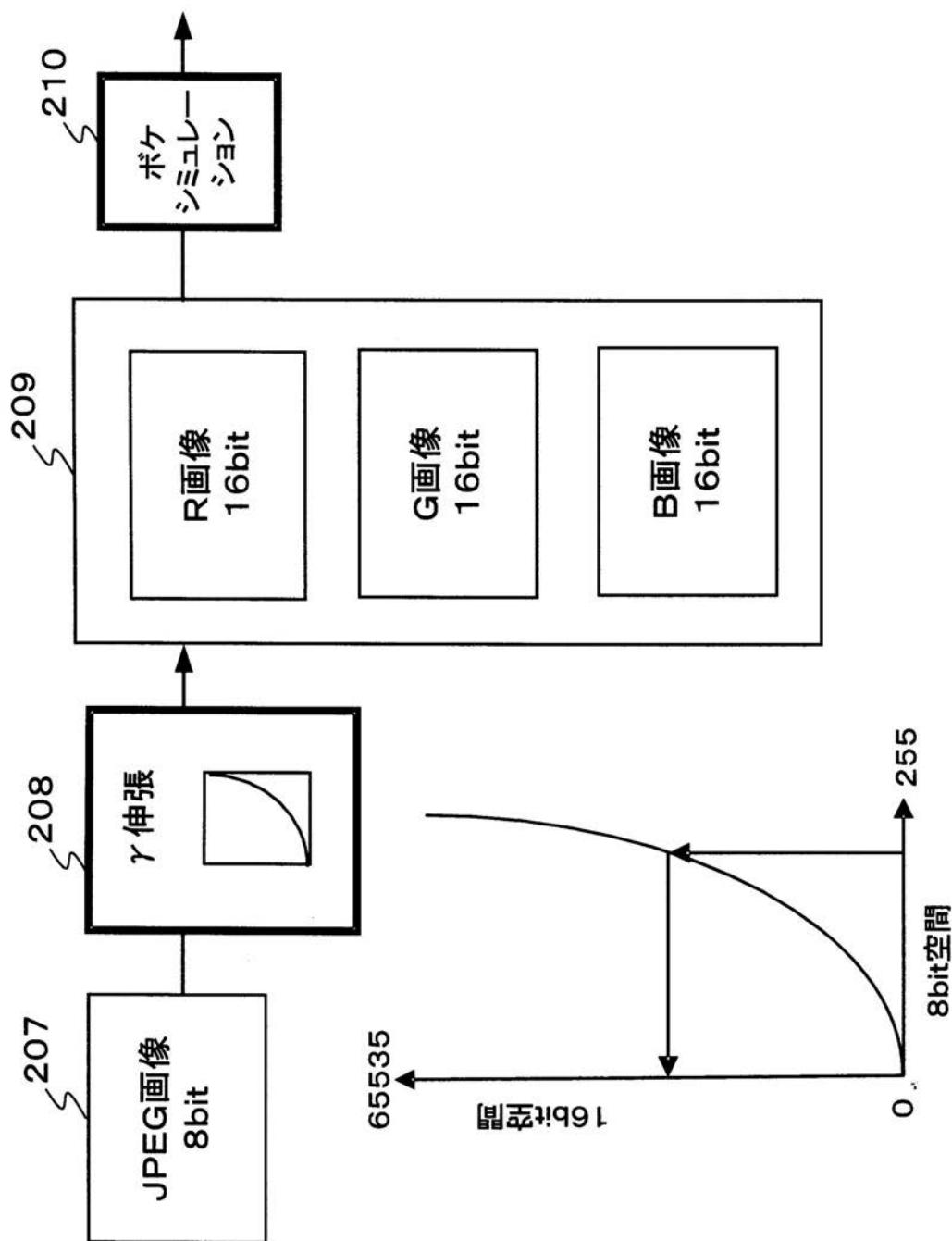
【図6】



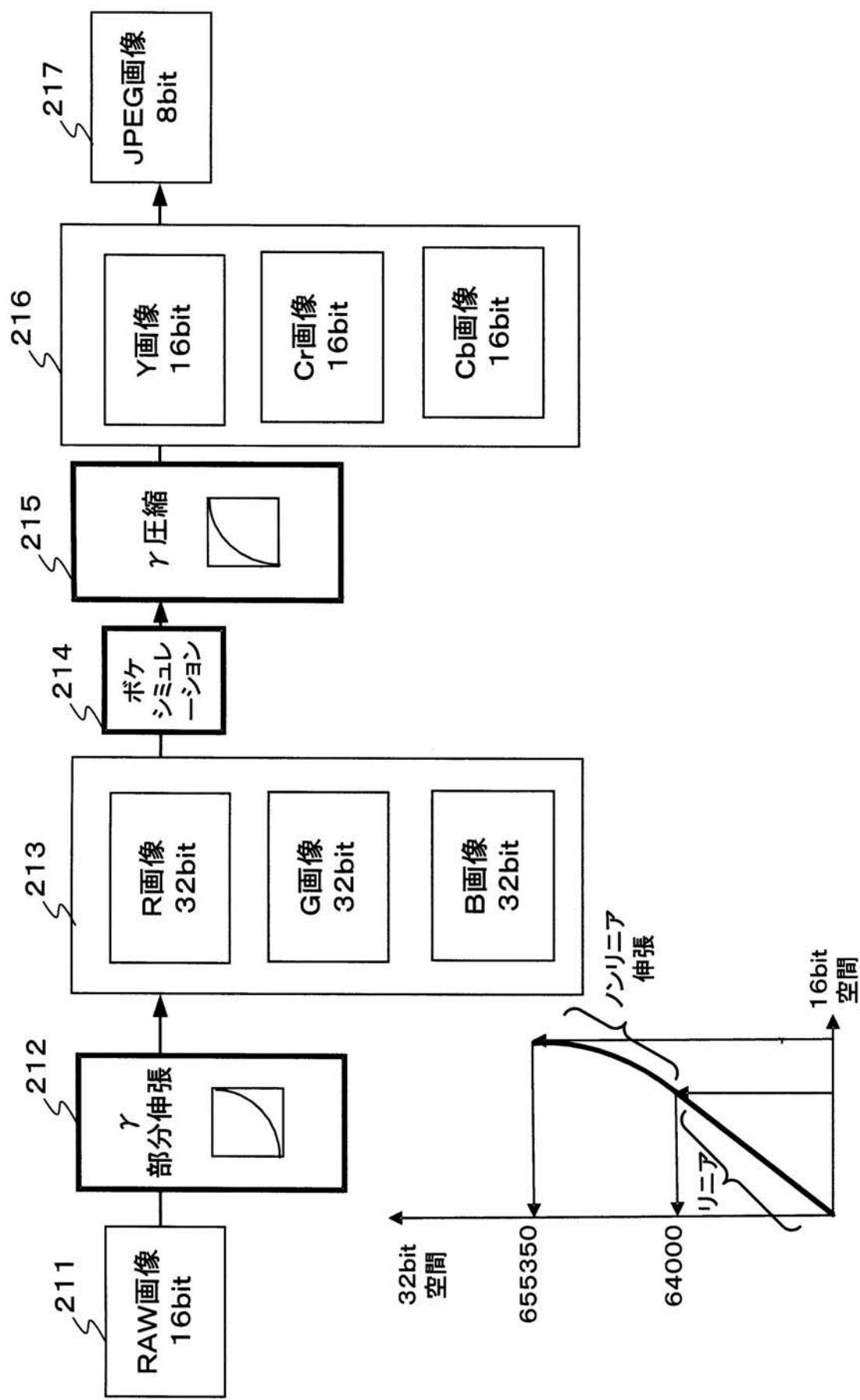
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

(a)

Exif情報部	301
主画像 (JPEGデータもしくはRAWデータ)	302
評価用画像撮影絞り値(1)	303
評価用画像撮影絞り値(2)	304
$\Delta b(R)$	305
$\Delta b(G)$	306
$\Delta b(B)$	307

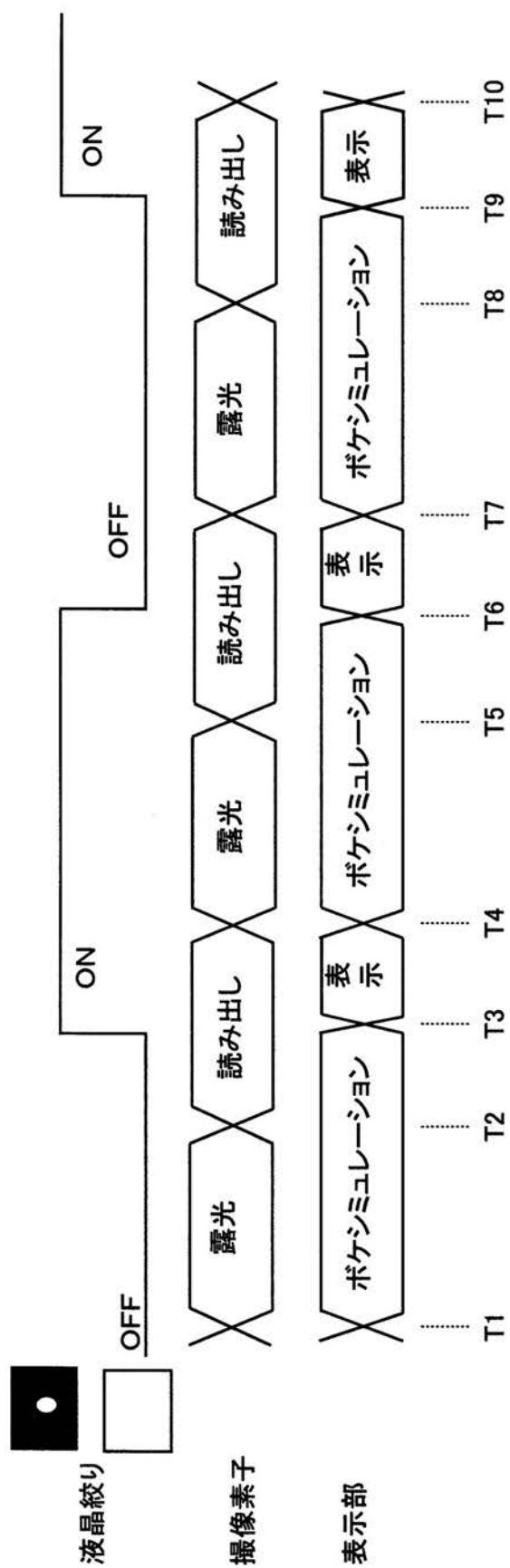
(b)

Exif情報部	301
主画像 (JPEGデータもしくはRAWデータ)	302
評価用画像撮影絞り値(1)	303
評価用画像撮影絞り値(2)	304
$\Delta b(R)$	305
$\Delta b(G)$	306
$\Delta b(B)$	307

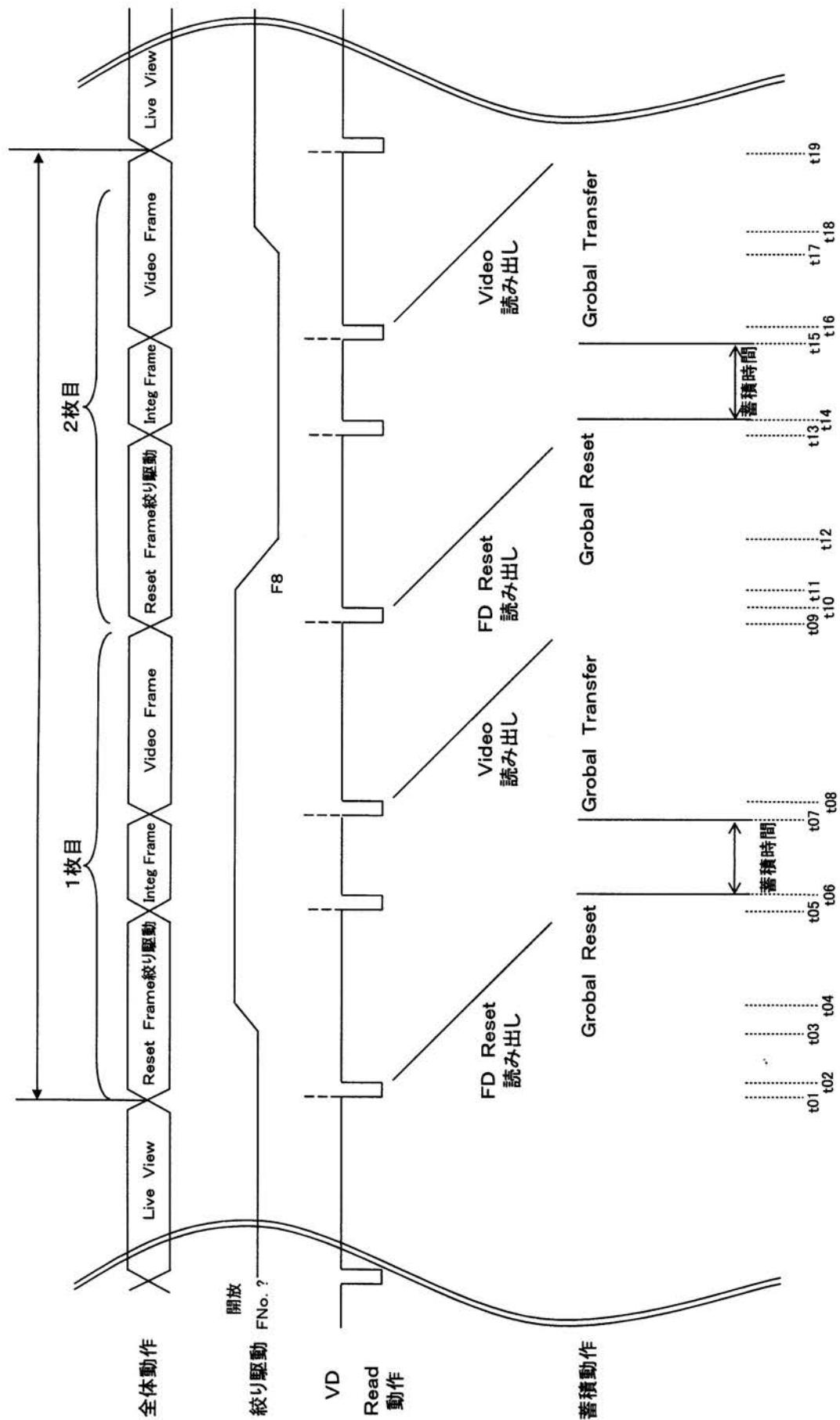
【図 1 1】

Pmdd △△△△. JPG	321
Pmdd △△△△. B00	322
Pmdd △△△△. B08	323

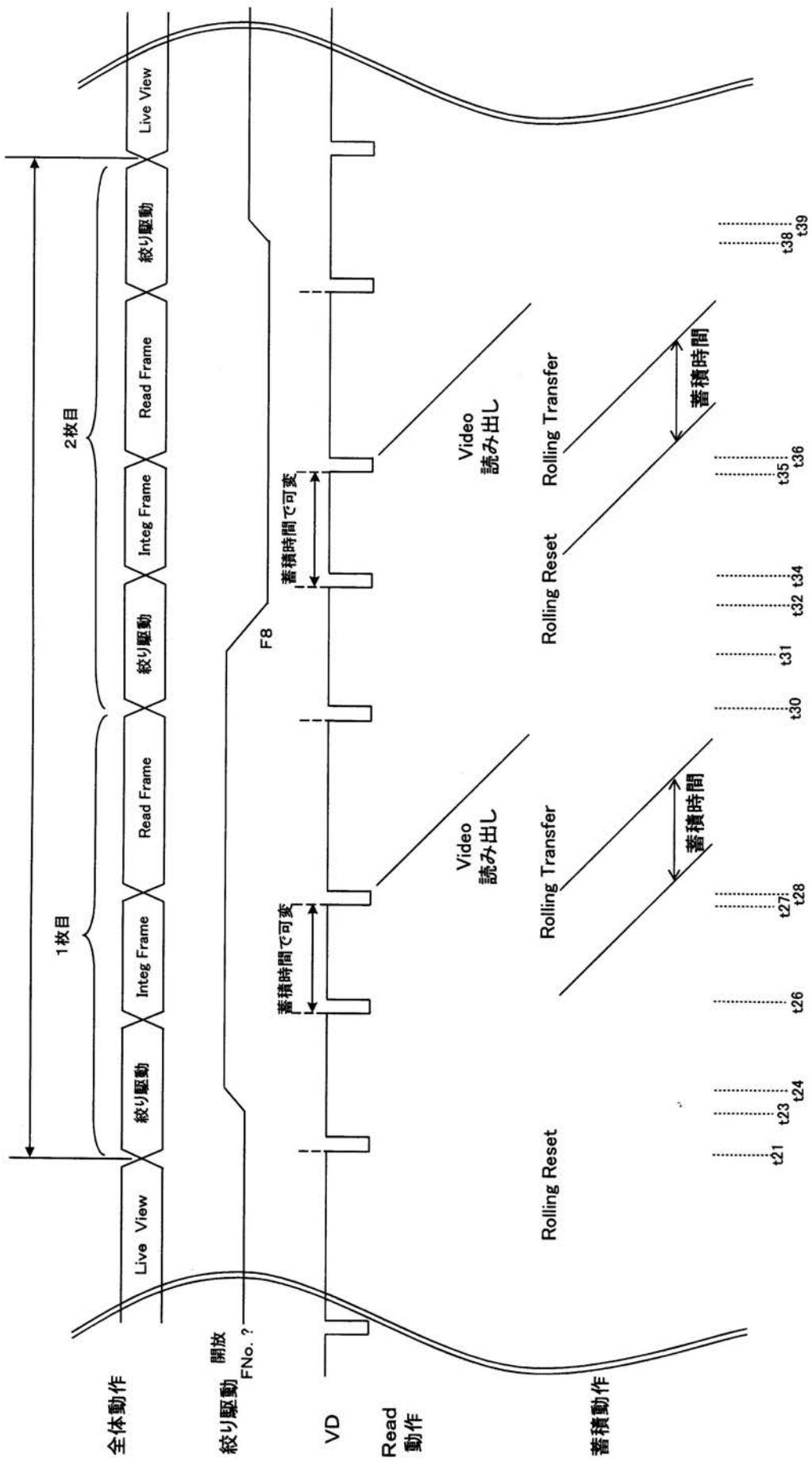
【図 1 2】



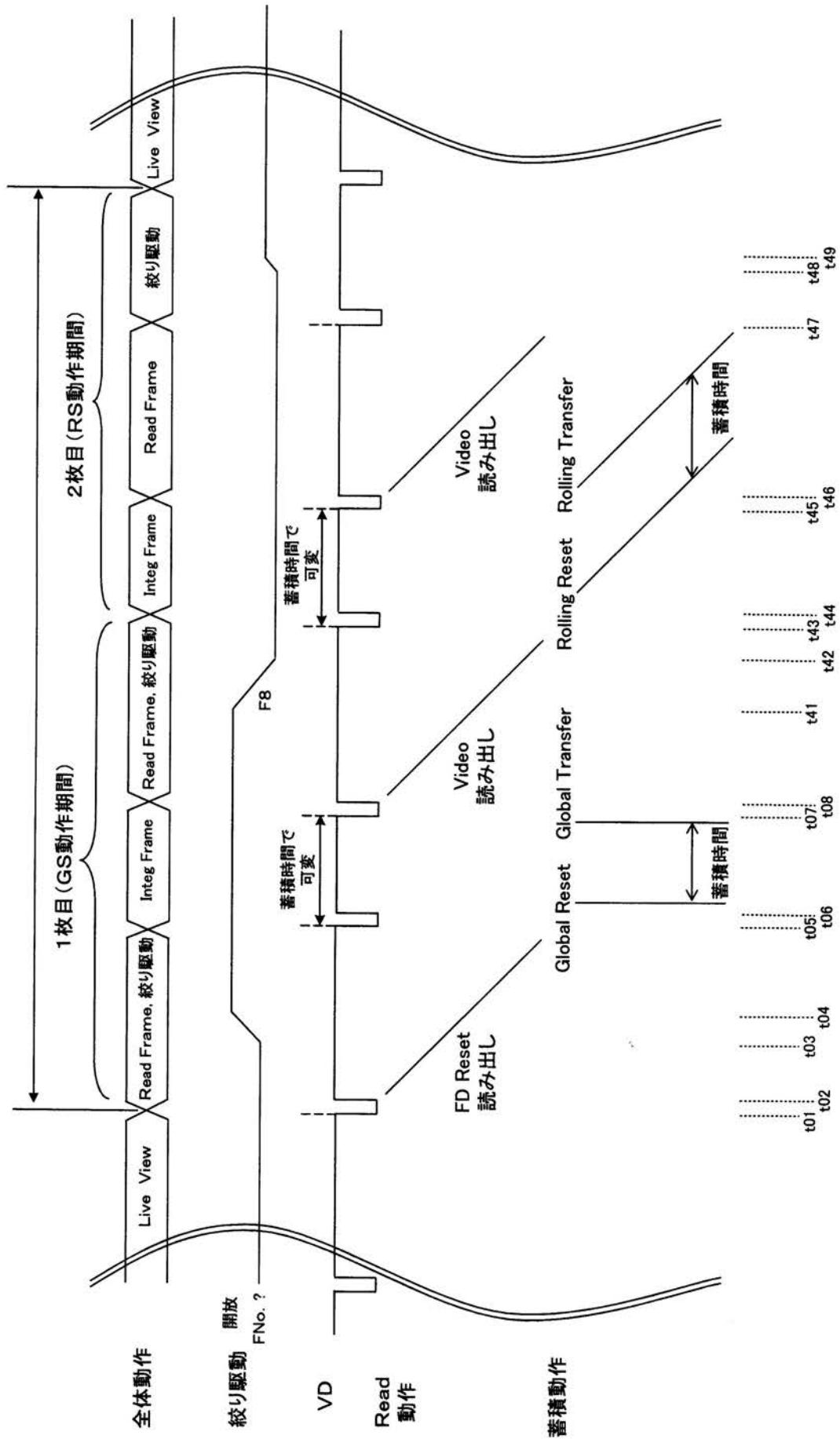
【図13】



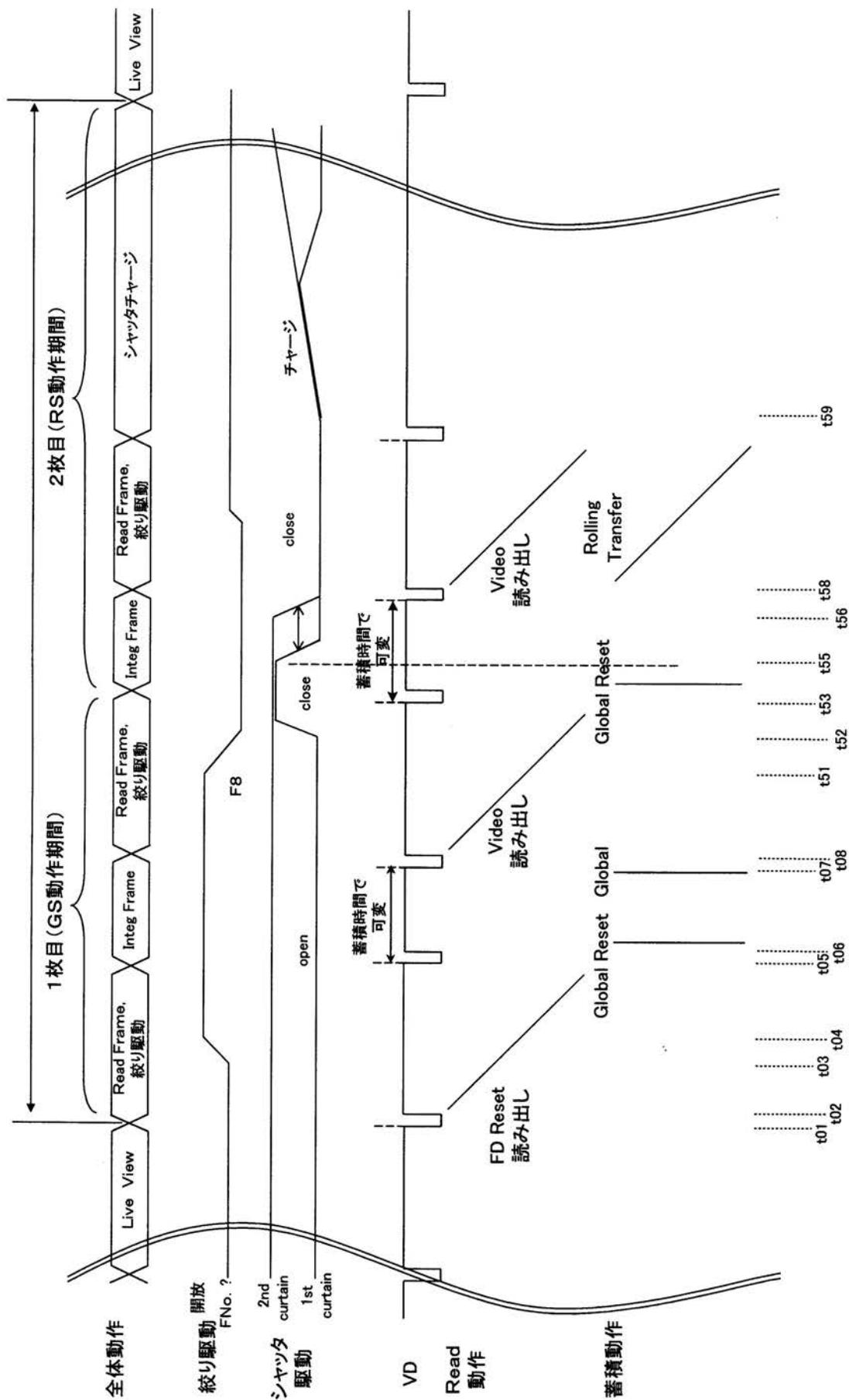
【図14】



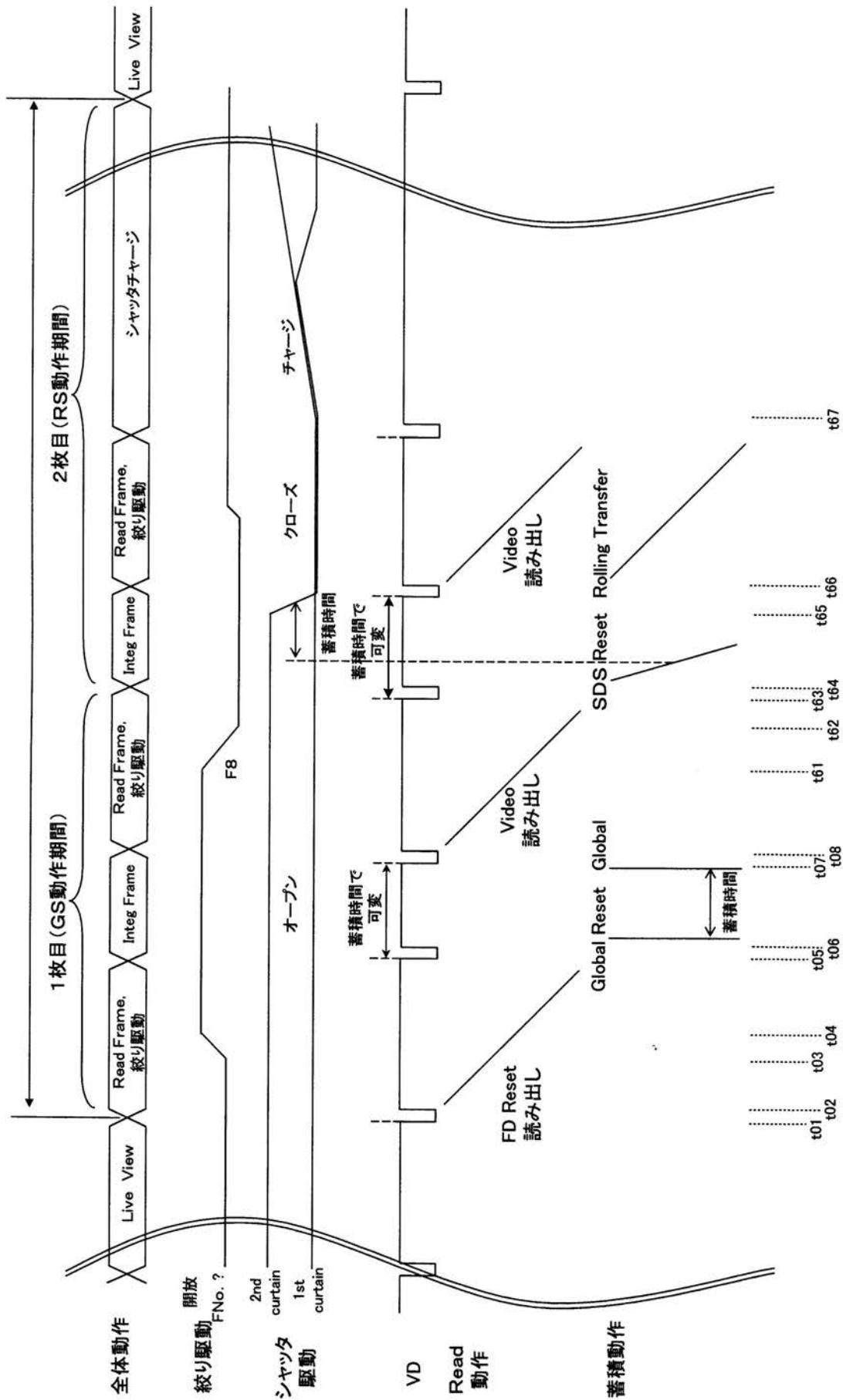
【図15】



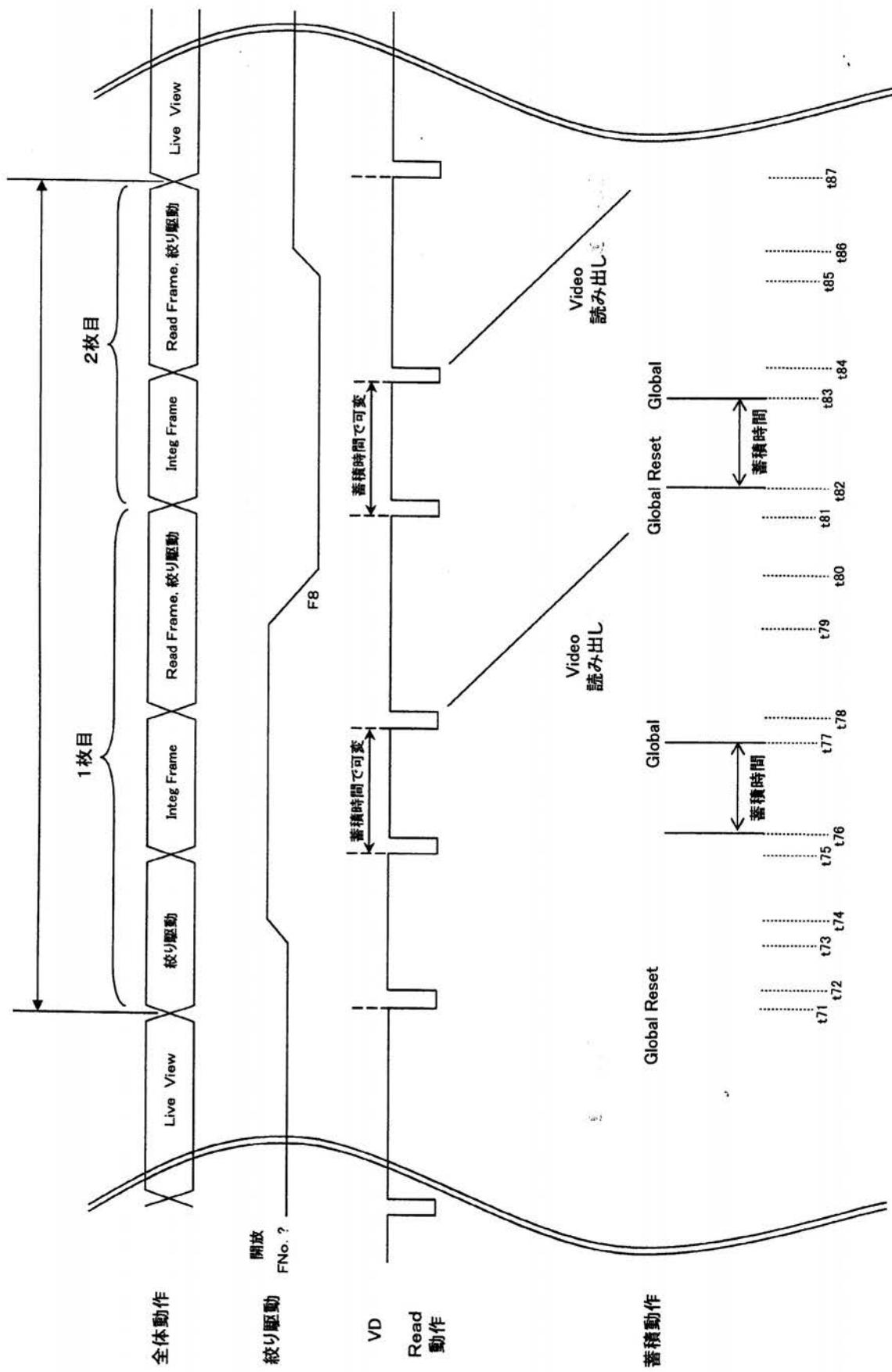
【図16】



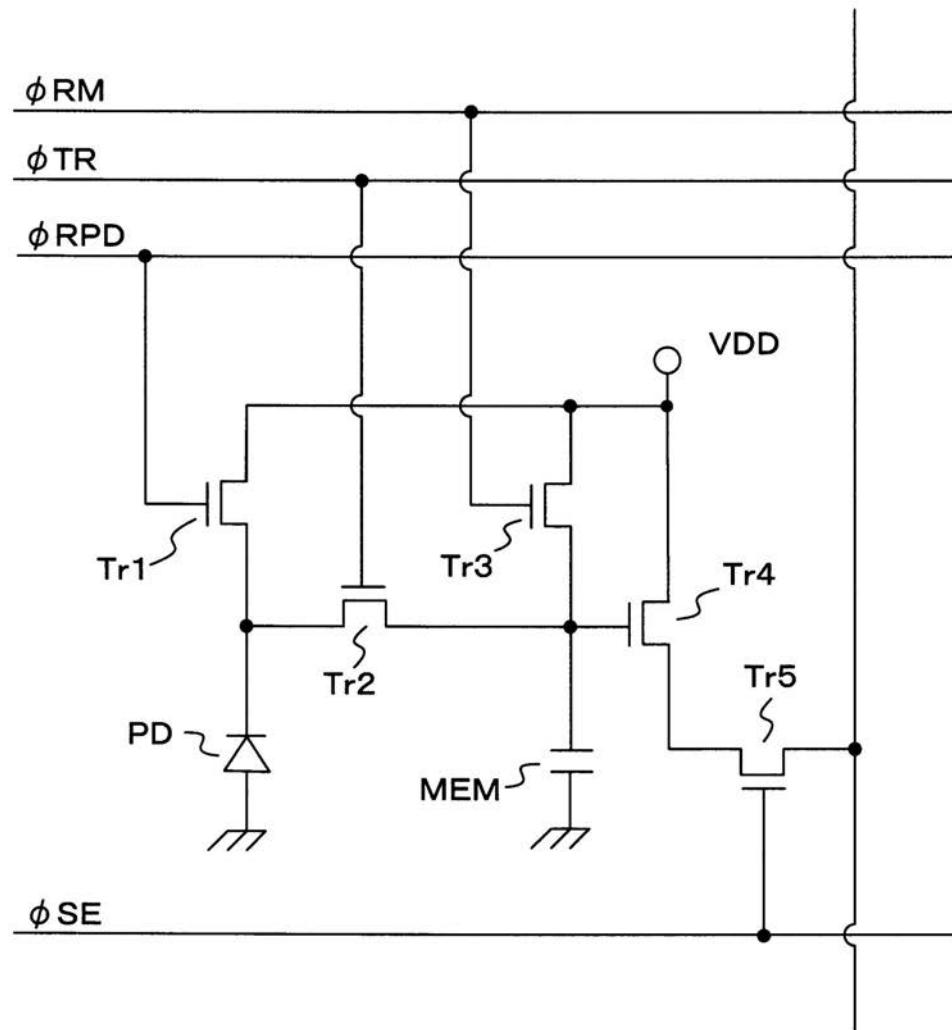
【 図 1 7 】



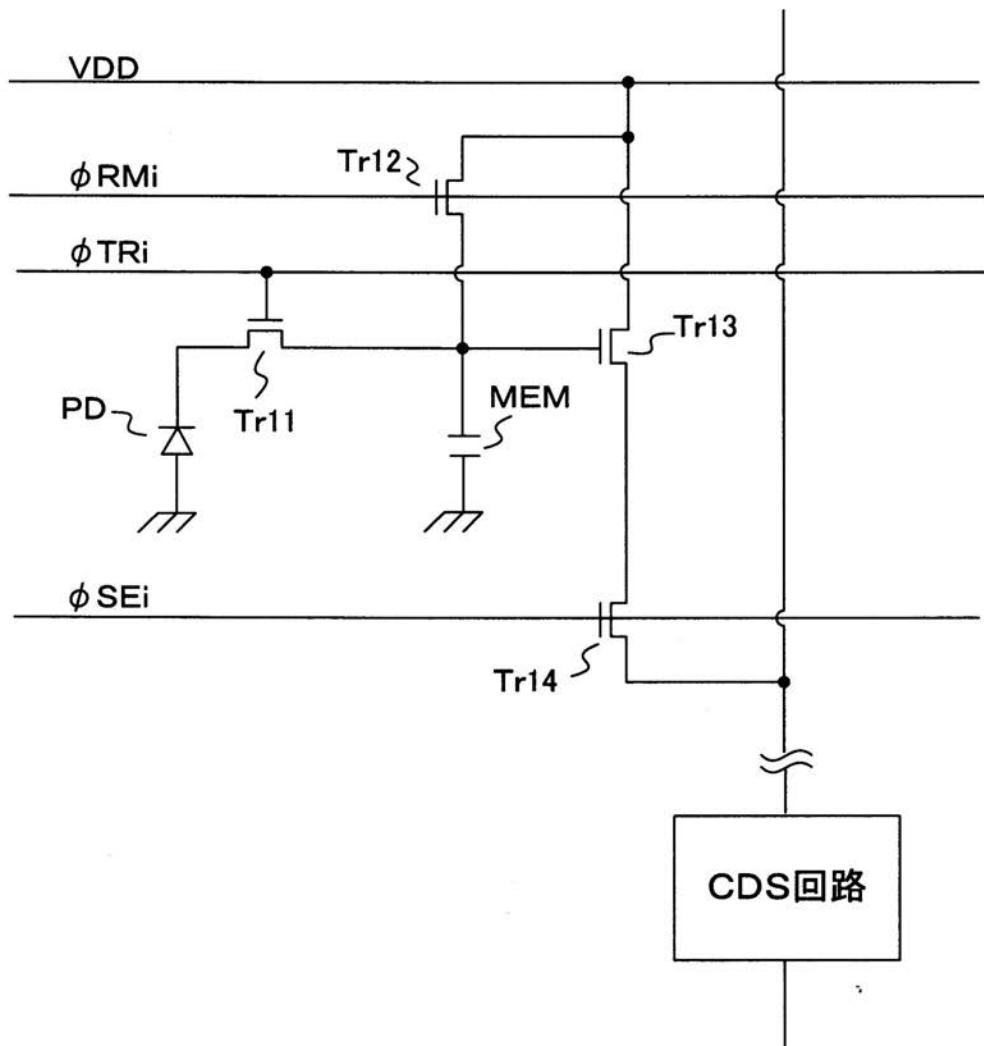
【図18】



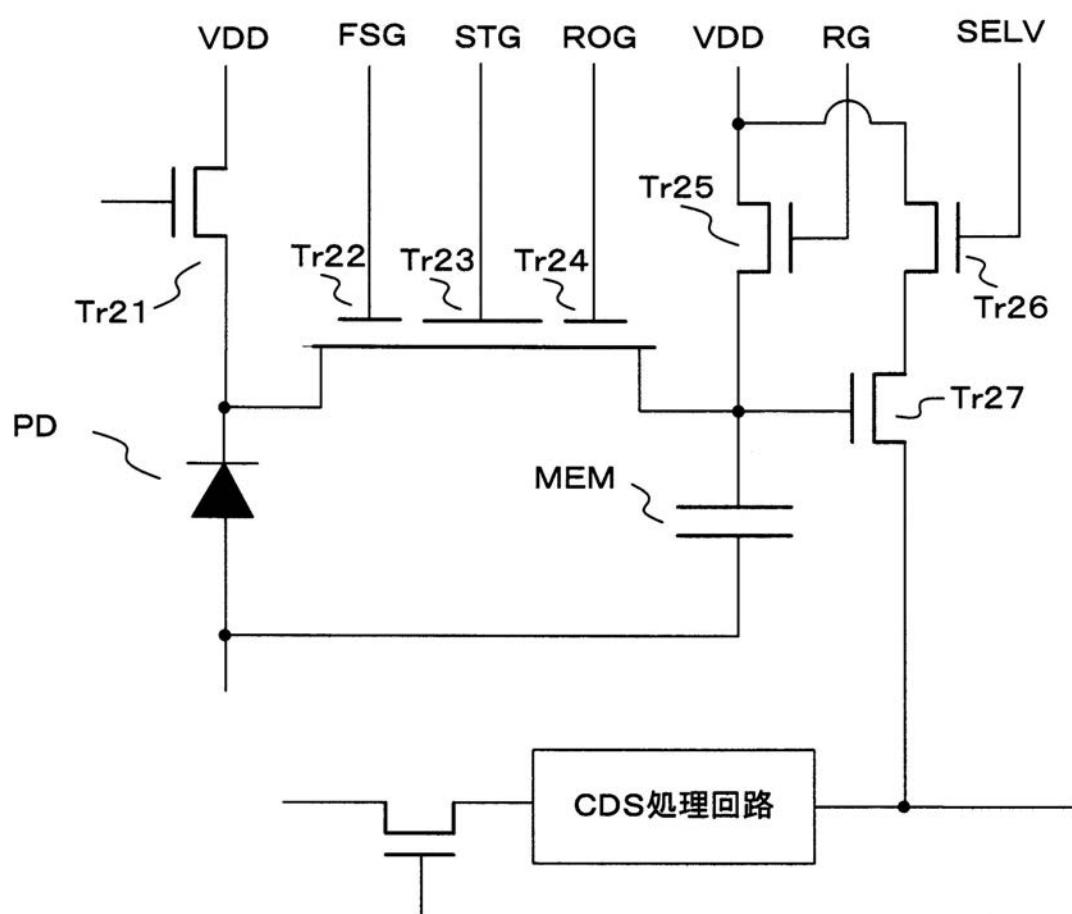
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

審査官 宮下 誠

(56)参考文献 特開2009-177782(JP,A)

特開2009-017336(JP,A)

特開2007-300221(JP,A)

特開2008-060818(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222

G06T 1/00

H04N 5/262

H04N 5/30