

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 3 区分

【発行日】平成 27 年 10 月 8 日 (2015.10.8)

【公開番号】特開 2014-57189 (P2014-57189A)

【公開日】平成 26 年 3 月 27 日 (2014.3.27)

【年通号数】公開・登録公報 2014-016

【出願番号】特願 2012-200324 (P2012-200324)

【国際特許分類】

H 0 4 N 5/355 (2011.01)

H 0 4 N 5/374 (2011.01)

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

【F I】

H 0 4 N 5/335 5 5 0

H 0 4 N 5/335 7 4 0

H 0 1 L 27/14 A

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 8 月 25 日 (2015.8.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】撮像装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、白飛びや黒つぶれが抑制された広ダイナミックレンジ画像データを得るための撮影を行う撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置で明度差の大きなシーンを撮影したときに、明部では白とびが、暗部では黒つぶれが発生することがある。このような白とびや黒つぶれを補正する技術の 1 つとして、露光量の異なる複数枚の画像を撮影し、各画像に存在する白とびの無い領域と黒つぶれの無い領域を合成することで、明部や暗部が適切に再現された広ダイナミックレンジ画像データを生成する技術がある。また、動画にも対応した広ダイナミックレンジ画像データを生成するために、1 フィールド期間内において露光量の異なる複数枚の画像を撮影する技術がある。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、固体撮像素子を通常の n 倍速で駆動させるとともに、1 フィールド期間内に n 個のシャッタパルスを供給してシャッタ蓄積期間をきめ細かく制御することによって連続した階調の画像出力を得て、これらの画像出力を n 個のフィールドメモリへホワイト・クリップをかけた後記憶させ、垂直同期パルス V_D に同期して出力させた後に加算器により加算することによりダイナミックレンジの広い画像を生成する技術が記載されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、1 フィールド期間内に、高画質な広ダイナミックレンジ画像を生成するために必要な合成用画像の輝度値を変更することにより、静止撮影時だけではなく動画撮影時においても 1 フィールド毎に高画質な広ダイナミックレンジ画像を生成する

技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平9 - 200621号公報

【特許文献2】特開2012 - 109849号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1では、固体撮像素子を通常の n 倍速で駆動させると、消費電力が増大するという問題があった。また、特許文献2においては、動画撮影時にも1フィールド毎に高画質な広ダイナミックレンジ画像を生成しようとすると、通常撮影時に比べて高速に画像信号を読み出す必要があるため、消費電力が増大するという問題があった。

【0007】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑み、消費電力の増大を抑えるとともに、動画撮影に好適な広ダイナミックレンジ画像を得るための撮影を行うことができる撮像装置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】

【0008】

上述した課題を解決するために、発明1に係る撮像装置は、露光量の異なる複数の画像データを基に、広ダイナミックレンジの画像データを合成する撮像装置において、露光量に応じた光電変換信号を生成するための画素が多数配列された撮像素子と、第1の露光量と該第1の露光量よりも少ない第2の露光量に基づいて撮影を行う撮像制御部と、上記第1の露光量に基づいて撮影を行うときは予め設定された第1レベル以下の画素信号のA/D変換のみを行い、上記第2の露光量に基づいて撮影を行うときは予め設定された第2レベル以上の画素信号のA/D変換のみを行うA/D変換制御部と、上記撮影によって得られた画像データを基に広ダイナミックレンジの画像データを合成する画像処理部とを備えた。

【0009】

発明2に係る撮像装置は、上記発明1に係る撮像装置において、上記撮像制御部は、さらに上記第1の露光量と上記第2の露光量の中間レベルの第3の露光量に基づいて撮影を行うものであり、上記A/D変換制御部は、上記第3の露光量に基づいて撮影を行うときは、予め設定された第3レベルと予め設定された第4レベル画素信号の間のA/D変換のみを行う。

【0010】

発明3に係る撮像装置は、上記発明1及び上記発明2に係る撮像装置において、上記A/D変換制御部は二重積分方式のA/D変換を行なうものである。

【0011】

発明4に係る撮像装置は、上記発明1に係る撮像装置において、上記画像処理部によって生成された画像データを動画像として表示する表示部をさらに備えた。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、消費電力の増大を抑えるとともに、動画撮影に好適な広ダイナミックレンジ画像を得るための撮影を行うことができる撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態1、実施形態2に共通の撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態1、実施形態2に共通の撮像素子の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の実施形態 1、実施形態 2 に共通の撮像素子の 1 画素の回路構成を示す図である。

【図 4】本発明の実施形態 1、実施形態 2 に共通の A / D 変換器の構成を示すブロック図である。

【図 5】通常撮影において、撮像素子から 1 画素の信号を読み出して A / D 変換を行なうときのタイミングチャートである。

【図 6】本発明の実施形態 1、実施形態 2 におけるアンダー露光撮影により、撮像素子から 1 画素の信号を読み出して A / D 変換を行なうときのタイミングチャートである。

【図 7】本発明の実施形態 1、実施形態 2 におけるオーバー露光撮影により、撮像素子から 1 画素の信号を読み出して A / D 変換を行なうときのタイミングチャートである。

【図 8】本発明の実施形態 2 における標準露光撮影により、撮像素子から 1 画素の信号を読み出して A / D 変換を行なうときのタイミングチャートである。

【図 9】通常撮影時のフィールド同期信号と画素選択信号 S との関係を表すタイミングチャートである。

【図 10】本発明の実施形態 1、実施形態 2 におけるフィールド同期信号と画素選択信号 S との関係を表すタイミングチャートである。

【図 11】本発明の実施形態 1 におけるアンダー露光により撮影された画像データ、及びオーバー露光により撮影された画像データと被写体輝度との関係を示す図である。

【図 12】本発明の実施形態 1 における広ダイナミックレンジ画像データの合成処理の概念図である。

【図 13】本発明の実施形態 2 におけるアンダー露光により撮影された画像データ、標準露光により撮影された画像データ及びオーバー露光により撮影された画像データと被写体輝度との関係を示す図である。

【図 14】本発明の実施形態 2 における広ダイナミックレンジ画像データの合成処理の概念図である。

【図 15】本発明の実施形態 1 における撮像装置の全体的な動作の流れを示す図である。

【図 16】本発明の実施形態 2 における撮像装置の全体的な動作の流れを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

[実施形態 1]

図 1 は撮像装置の構成を示すブロック図である。この撮像装置は、レンズ 101 と、レンズ 101 を駆動するモータ 102 と、フォーカス制御部 103 と、絞り機構 104 と、モータ 105 と、絞り制御部 106 と、シャッター機構 107 と、ブランジャー 108 と、ブランジャー制御部 109 と、撮像素子 110 と、AE 処理部 112 と、AF 処理部 113 と、画像処理部 114 と、LCD ドライバ 115 と、LCD 116 と、不揮発性メモリ 117 と、内蔵メモリ 118 と、圧縮伸張部 119 と、着脱メモリ 120 と、CPU 121 と、入力部 122 と、電源部 123 と、データバス 124 を有している。

【0015】

レンズ 101 は、撮像素子 110 に被写体の光学像を結像するためのものである。モータ 102 は、レンズ 101 を駆動するものである。フォーカス制御部 103 は、モータ 102 によりレンズ 104 を合焦位置に駆動するためのものである。絞り機構 104 は、レンズ 101 を透過した被写体光束の開口径を制限するものである。モータ 5 は絞りが所定の大きさになるように絞り機構 104 を駆動するものである。絞り制御部 106 は、モータ 105 を制御するものである。シャッター機構 107 は、シャッターを開閉して撮像素子 110 へ被写体光を通過させたり遮蔽したりするためのものである。ブランジャー 108 は、シャッター機構 107 を駆動するためのものである。ブランジャー制御部 109 は、ブランジャー 108 を駆動制御するためのものである。

【0016】

撮像素子 110 は、撮像面に受けた光学像を電気信号に変換し、画像信号を生成するためのものである。撮像素子 110 は、画素列ごとに配置された A / D 変換器 203 (図 2

参照)を内蔵している。撮像素子110の各画素から読み出されたアナログ画像信号は、A/D変換器203によりデジタル信号に変換され、撮像素子110からデジタル画像データ(以下、アナログの「画像信号」に対応したデジタル信号を、単に、「画像データ」と称する。)が出力される。AE処理部112は、露出レベルが適正になるような露出時間や絞り値を演算する。

【0017】

AF処理部113は、撮像素子110から出力された画像データの高周波成分に基づいて、被写体のピント状態を検出する。画像処理部114は、撮像素子110から読み出された画像データの同時化処理、階調変換処理、ホワイトバランス調整、エッジ処理、広ダイナミックレンジ画像データの合成処理等の各種画像処理を行なう。LCD116は、撮像された広ダイナミックレンジ画像その他の情報を表示するためのものである。LCDドライバ115は、LCD116を駆動するためのものである。不揮発性メモリ117は、種々のプログラム及びユーザの設定データ等を格納するためのものである。内蔵メモリ118は、高速書き込み/読み出しが可能なメモリであり、撮像素子110から読み出された画像データを一時的に記憶する。また、内蔵メモリ118は、画像処理部114における各種処理のワークメモリとして利用される。

【0018】

圧縮伸張部119は、画像データを圧縮するとともに、この圧縮した画像データを圧縮前の画像データに戻す伸張処理を行なうためのものである。着脱メモリ120は、画像データを記録するためのカードメモリ等の不揮発性のメモリであり、カメラに対して着脱可能となっている。CPU121は、撮像装置全体を統括的に制御するためのものである。CPU121は、動画撮影や静止画撮影における露光量を制御したり、撮像タイミングを制御したりする撮像制御部としての機能を有する。また、CPU121は、A/D変換制御部の一部を構成する。入力部122は、撮像装置の各種モード設定やリリース操作等の各種操作を指示入力するためのものである。電源部123は撮像装置全体に電源を供給するためのものである。データバス124は各種データの送受信を行なうためのバスラインである。

【0019】

図2は、撮像素子110の概略構成を示すブロック図である。撮像部201には、 n 行 m 列の画素 $P_{11} \sim P_{mn}$ が配列されている。各画素列に対応して列並列A/D変換方式のA/D変換器203($A/D_1 \sim A/D_m$)が配置されている。垂直走査回路204は、各画素行に接続され、画素行1から画素行 n まで行毎に順次に画素を選択して、この選択した画素の信号をA/D変換器に出力するための垂直走査信号(S , R , T)を出力する回路である。垂直走査回路制御部205は、垂直走査回路204に接続され、各画素行に対して垂直走査信号を出力するタイミングを制御するための制御回路である。なお、垂直走査回路制御部205は、その機能の一部、又は全部をCPU121にもたせてもよい。

【0020】

ランブ波生成回路206は、列並列デジタルCDS(Correlated Double Sampling)方式A/D変換に必要な階段状のランブ波を出力する回路である。A/D変換器203は水平読み出し回路207に接続されている。水平読み出し回路207は、A/D変換器203から画素行毎にパラレルに出力された画像データを、シリアル信号に変換して撮像素子110の外部に出力するための回路である。A/D変換器203、及びランブ波生成回路206はA/D変換制御部の一部を構成する。なお、A/D変換の詳細については後述する。

【0021】

図3は、図2に示した撮像素子110における1画素の回路構成を示す図である。図3において、PD(Photo Diode)は光電変換部であり、FD(Floating Diffusion)は、光電変換部PDで生成された光電荷を一時的に保持する信号蓄積部である。ここで、信号蓄積部FDは遮光されており、画素部202に光が入射されていても、信号蓄積部FDに

保持されている信号は変化しないようになっている。

【0022】

Tr1は、光電変換部PDをリセットするリセット部、及び光電変換部PDに蓄積した電荷を信号蓄積部FDに転送するゲート部としての機能を併用するトランジスタであり、電荷転送信号Tにより制御される。

【0023】

Tr2は、増幅部として機能する増幅用トランジスタでありソースフォロワアンプを構成する。信号蓄積部FDに蓄積された信号 V_{SF} は、増幅用トランジスタTr2により増幅され、信号読出部として機能する選択トランジスタTr3を介して垂直信号線Lvに出力される。選択トランジスタTr3は、画素選択信号Sにより制御される。

【0024】

Tr4は、光電変換部PDおよび信号蓄積部FDをリセットするリセット部として機能するトランジスタであり、画素リセット信号Rにより制御されるようになっている。

【0025】

次に、図4を参照してA/D変換器203の構成を説明する。このA/D変換器203の基本構成は、列並列デジタルCDS方式として公知のものである（例えば、技術文献：CX-PAL71号、ソニー株式会社に掲載されている）。

【0026】

A/D変換器203は、比較器401とラッチ回路402とカウンタ403を有している。比較器401の入力には、図2のFDに蓄積された信号 V_{SF} を伝送する垂直信号線Lvと、この垂直信号線Lvの画素信号 V_{SF} と比較するための参照信号 V_{RAMP} を出力する信号線に接続される。ラッチ回路402には、カウンタ403の計数値を出力するためのカウンタ出力部、及び比較器401の出力部が接続される。カウンタ403には、カウンタクロック信号 C_{CLK} を供給するための信号線、カウンタ403をリセットするためのカウンタリセット信号 C_R を供給するための信号線、及びカウンタ403をアップカウンタ、又はダウンカウンタのいずれかに切り替えるためのカウント方向信号 U_D を供給するための信号線が接続される。

【0027】

参照信号 V_{RAMP} はランブ波生成回路206（図2参照）によって生成される。また、カウンタクロック信号 C_{CLK} 、カウンタリセット信号 C_R 、カウント方向信号 U_D は、垂直操作回路制御部205、及び垂直走査回路204によって生成される。なお、ランブ波生成回路206、垂直操作回路制御部205、及び垂直走査回路204はA/D変換制御部の一部を構成する。

【0028】

次に、実施形態1の動作を説明する。

【0029】

実施形態1は、露光量を制御するパラメータとして露光時間を変えて同一被写体を2回撮影し、露光量が異なる2コマの画像データを合成して広ダイナミックレンジ画像データを生成するものである。

【0030】

まず、図15のタイミングチャートを参照して、撮像装置の全体的な動作の流れを説明する。

【0031】

図15のフィールド同期信号は画像信号読み出しタイミングの基準となる同期信号である。1フィールド期間露光（図15では露光時間（長）と記載した。）された画像信号は、オーバー露光による画像信号として、電子ローリングシャッタ制御により読み出される。読み出された画像信号はA/D変換され、オーバー露光画像データとして内蔵メモリ118に一時的に記憶される。

【0032】

つぎに、1フィールド期間の途中の所定のタイミングで最初の画素行のすべての光電変

換部 P D がリセットされる。この光電変換部 P D のリセットは、図 3 の画素リセット信号 \overline{R} と電荷転送信号 \overline{T} に同時にパルスを加して $T r 4$ と $T r 1$ を同時にオンすることにより行う。同様な動作を最後の画素行まで順次繰り返し行う。図 15 の点線の斜線がこの動作を示している。そして、次のフィールド同期信号に同期して最初の画素行の電荷転送信号 \overline{T} にパルスを加して、光電変換部 P D に蓄積された画素信号を F D に転送し、つぎに選択トランジスタ $T r 3$ をオンすることにより画素信号が読み出される。同様な動作を最後の画素行まで順次繰り返し行う。図 15 の点線による斜線隣の実線による斜線がこれを示している。ここで、点線による斜線から隣の実線による斜線までの時間が露光時間に相当する。読み出された短時間露光による画像信号は A / D 変換され、アンダー露光画像データとして内蔵メモリ 118 に一時的に記憶される。

【0033】

なお、上記のような画素読み出し制御は、一般に電子ローリングシャッタ制御と称される。

【0034】

内蔵メモリ 118 に記憶された画像データのうち、アンダー露光による画像データは後述する所定のレベル変換が行われる。つぎに、画像処理回路 114 により、アンダー露光による画像データとオーバー露光による画像データに基づいて、後述する広ダイナミックレンジ画像データを合成するための画像処理が行われる。

【0035】

画像処理回路 114 により合成された広ダイナミックレンジ画像データは、圧縮伸張部 119 により圧縮処理が施された後、着脱メモリ 120 に記録される。また、画像処理回路 114 により合成された広ダイナミックレンジ画像データに対応した画像は L C D 116 に表示される。

【0036】

なお、図 15 においては、1 フィールド期間をオーバー露光の露光時間としたが、アンダー露光の露光時間と同様に電子ローリングシャッタを利用して 1 フィールド期間以外の露光時間に設定してもよい。図 15 に示した露光時間は一例に過ぎない。また、図 15 においては、動画データの生成について述べたが、リリーススイッチを検出した直後のアンダー露光画像データ、及びオーバー露光画像データを合成して得られた広ダイナミックレンジ画像データを静止画像データとして記録するようにしてもよい。

【0037】

つぎに本実施形態について詳細に説明する。

【0038】

図 5 のタイミングチャートは、後述する本実施形態における A / D 変換器 203 の動作と比較するために、通常撮影時の A / D 変換器 203 の動作を示したものである。

【0039】

図 5 において、画素選択信号 \overline{S} が " H " の期間、信号蓄積部 F D に蓄積された信号 V_{S_F} が信号出力線 L V に出力され、比較器 401 の一方の入力に供給される。画素リセット信号 \overline{R} のパルスがトランジスタ $T r 4$ のゲートに印加されると、信号蓄積部 F D の電圧は、電圧 V_{DD} にリセットされる。図 5 の V_{S_F} は \overline{R} の印加と同時にリセット電圧まで上昇している。

【0040】

次に、A / D 変換器 203 にカウンタリセット信号 $\overline{C_R}$ が印加されると、カウンタ 403 はリセット (カウンタ値は 0) される。このとき、カウント方向信号 $\overline{U_D}$ はダウncountに設定されている。次にカウンタクロック信号 $\overline{C_T_C_K}$ がカウンタ 403 に出力されると同時に、参照信号 $V_{R_A_M_P}$ としての階段状のランプ波が比較器 401 の他方の入力に供給される。カウンタ 403 はダウncountを開始し、そのカウント数を表すデジタルデータ (カウンタ出力) がラッチ回路 402 に出力される。参照信号 $V_{R_A_M_P}$ が時間経過とともに低下して V_{S_F} と一致すると、比較器 401 の出力 $\overline{C_O_U_T}$ が反転する。つぎに、この $\overline{V_C_O_U_T}$ の変化を受けて、カウンタ 403 はカウント動作をストップ

ブする。ここでカウンタ403には最終的に計数されたカウント値が保持されている。このカウンタに保持されているデジタルデータは、リセット信号 V_{RST} に相当する。

【0041】

カウンタクロック C_{TCK} は、 $Nrst$ 個のパルスが出力されるとパルス出力が停止されて一定の定常値になる。このパルス数 $Nrst$ は、リセット電圧 V_{RST} より若干大きなアナログ電圧をデジタルデータに変換可能なビット数であればよい。

【0042】

次に、トランジスタ $Tr1$ のゲートに電荷転送信号 T が印加されると、所定の露光時間、光電変換部 PD に蓄積された信号電荷が信号蓄積部 FD に転送される。図5に示す画素信号 V_{SIG} がこの転送された信号電荷による電圧に相当する。 T のパルス出力に同期して、参照信号 V_{RAMP} がリセットされる。また、 T の出力に同期して、カウント方向 UD はアップカウンタに切り替えられる。また、比較器401の出力 $COUT$ は R にほぼ同期して反転して“H”レベルになる。続いて、参照信号 V_{RAMP} が時間経過とともに低下し V_{SF} と一致すると、比較器401の出力 $COUT$ が反転する。ラッチ回路402は、比較器401の出力信号の反転を受けて、カウンタ403のカウント数を表すデジタルデータをラッチする。また、カウンタ402のカウント動作がストップする。ここでラッチ回路402にラッチされたデジタルデータは、画素信号 V_{SIG} とリセット信号 V_{RST} の加算データに相当する。

【0043】

カウンタクロック C_{TCK} は、 $N(sig + rst)$ 個のパルスが出力されるとパルス出力が停止されて一定の定常値になる。上記パルス数 $N(sig + rst)$ は、リセット電圧 V_{RST} と画素信号 V_{SIG} を加算した電圧より若干大きなアナログ電圧をデジタルデータに変換可能なビット数であればよい。

【0044】

以上説明したA/D変換動作の結果、最終的にラッチ回路402にラッチされたカウント結果は、画素信号 V_{SIG} とリセット信号 V_{RST} の加算データから、 V_{RST} を減算した画素信号 V_{SIG} に相応したデジタルの画素データに等しい。そして、このラッチ回路402にラッチされた画素データは、撮像素子の水平読み出し回路207（図1参照）を介して、他の列の同一ラインの画素データとともに撮像素子110から、シリアルデータに変換されて読み出される。上述したA/D変換方式は、一般に二重積分方式と呼ばれるものである。

【0045】

なお、図5は所定の画素行に属する1画素のA/D変換動作を示すが、この所定の画素行に属するすべての画素について、画素列毎に配置されたA/D変換器により同時並列的に同様のA/D変換動作が実行される。そして最初の画素信号 V_{SIG} のA/D変換が終了すると、次の画素行について同様のA/D変換が実行される。以上の動作が最後の画素行の画素の画素信号 V_{SIG} の読み出しが完了するまで行なわれる。

【0046】

図9に、通常撮影時におけるフィールド同期信号と画素選択信号 S との関係を表すタイミングチャートを示す。

【0047】

この画像データの読み出し時間は、略1フィールド期間に設定されている。この読み出された画像データは、画像処理部114により、同時化处理、諧調処理、ホワイトバランス処理等の画像処理が施された後、動画としてLCD116に表示されたり、圧縮伸張部119で圧縮処理が施され動画データ又は静止画データとして着脱メモリ120に記録されたりする。

【0048】

図6は、いわゆるAPEX (Additive system of Photographic EXposure) 演算に基づく標準露光よりも小さな露光（以下「アンダー露光」と称する。）で撮影するときの、A/D変換器203の動作を示すタイミングチャートである。図6の基本的な動作は図5と

同様であるので、以下においては図 5 と異なるところのみ説明する。

【0049】

図 6 においては、アップカウント開始時の参照信号 V_{RAMP} の値が図 5 と異なるのみで、その他は図 5 と同様である。アンダー露光においては、ランプ波生成回路 206 により、アップカウント開始時の V_{RAMP} の電圧を図 5 の通常撮影時の電圧よりも V_{START1} だけ低い値に設定する。いま、図 5 と同様にしてダウンカウントが終了し、カウンタ 403 にはリセット信号 V_{RST} に相当する計数値が保持されているとする。つぎに、参照信号 V_{RAMP} が時間経過とともに低下し、この V_{RAMP} と V_{SF} が一致すると、比較器 401 の出力 $COUT$ が反転する。この信号の反転を受けて、ラッチ回路 402 は、カウンタ 403 のカウント数を表すデジタルデータをラッチする。また、カウンタ 402 のカウント動作がストップする。

【0050】

ラッチ回路 402 にラッチされた画素データは、撮像素子の水平読み出し回路 207 (図 1 参照) を介して、他の列の同一ラインの画素データとともに撮像素子 110 から、シリアルデータに変換されて読み出される。

【0051】

以上説明した A/D 変換動作の結果、最終的にラッチ回路 402 にラッチされたカウント結果は、画素信号 V_{SIG} が V_{START1} 以下では 0、画素信号 V_{SIG} が V_{START1} 以上では、 $V_{SF} (= V_{SIG} + V_{RST})$ から $V_{START1} + V_{RST}$ を減算した画素データ ($= V_{SIG} - V_{START1}$) に等しい。

【0052】

したがって、アンダー露光の撮影においては、画像合成処理回路 114 により、A/D 変換器 203 の出力データが 0 のときはそのままにし、それ以外のデータに対しては、 V_{START1} に相応したデジタル値を加算するデータ変換処理が行われる。これにより、 V_{START1} より大きい V_{SF} を出力する画素の正しい画素信号 V_{SIG} を得ることができる。後述する画像合成処理を説明するための図 11 の太い実線 (アンダー露光) は、このデータのレベル変換が行われた画像データ V_{SIG_AD} と被写体輝度との関係を示す。例えば、A/D 変換器の MSB を 12 ビット、この MSB に対応する A/D 変換器の入力アナログ電圧を 1 V、 V_{START1} を 0.3 V とすると、 V_{START1} に相応したデジタル値は、 $2^{12} * 0.3 / 1 = 1229$ となり、ダウンカウント時間が通常撮影時の約 30% 短縮される。

【0053】

図 6 は 1 画素の A/D 変換動作を示すが、それぞれの画素行に属するすべての画素について、画素列毎に配置された A/D 変換器により同時並列的に同様の A/D 変換動作が実行される。そして最初の行の画素信号 V_{SIG} の A/D 変換が終了すると、次の画素行について同様の A/D 変換が実行される。以上の動作が最後の画素行の画素の画素信号 V_{SIG} の読み出しが完了するまで行なわれる。

【0054】

このようにしてアンダー露光により撮影されて読み出された 1 フィールドの画像信号は、内蔵メモリ 118 に一時的に記憶される。

【0055】

図 7 は、APEX 演算に基づく標準露光よりも大きな露光 (以下「オーバー露光」と称する。) で撮影するときの、A/D 変換器 203 の動作を示すタイミングチャートである。図 7 の基本的な動作は図 5 と同様であるので、以下においては図 5 と異なるところのみ説明する。

【0056】

図 7 においては、アップカウント終了時の参照信号 V_{RAMP} の値が図 5 と異なるのみで、その他は図 5 と同様である。オーバー露光においては、アップカウント終了時の V_{RAMP} の最大値を図 5 の通常撮影時の電圧よりも高い値 V_{END1} に設定する。FD に蓄積された信号 V_{SF} が V_{END1} よりも小さい場合は、参照信号 V_{RAMP} が時間経過と

ともに低下し V_{SF} と一致すると、比較器 401 の出力 $COUT$ が反転する。ラッチ回路 402 は、比較器 401 の出力信号の反転を受けて、カウンタ 403 のカウント数を表すデジタルデータをラッチする。また、カウンタ 402 のカウント動作がストップする。一方、FD に蓄積された信号 V_{SF} が V_{END1} よりも大きい場合は、 V_{RAMP} が V_{END1} に達した時点で、ランプ波生成回路 206 により、 V_{RAMP} を強制的に画素信号 V_{SIG} が取り得る最大値以上の値に設定する。すると、比較器 401 の出力 $COUT$ は強制的に反転し、これにより、カウンタ 403 のカウンタ出力はラッチ回路 402 によりラッチされる。

【0057】

ラッチ回路 402 にラッチされた画素データは、撮像素子の水平読み出し回路 207 (図 1 参照) を介して、他の列の同一ラインの画素データとともに撮像素子 110 から、シリアルデータに変換されて読み出される。

【0058】

以上説明した A / D 変換動作の結果、最終的にラッチ回路 402 にラッチされたカウント結果は、 V_{SF} (画素信号 V_{SIG} とリセット信号 V_{RST} を加算したもの) と V_{RST} を減算した画素信号 V_{SIG} に等しい。なお、 V_{SF} が V_{END1} より大きい値のときは、ラッチ回路 402 には強制的に V_{SF} は一定の V_{END1} に対応したカウント値がラッチされる。

【0059】

すなわち、図 7 における A / D 変換器 203 の出力データは、 V_{SF} が V_{END1} よりも小さいときは V_{SIG} に対応した画像データであり、 V_{SF} が V_{END1} より大きいときは V_{END1} に対応した画像データである。後述する画像合成処理を説明するための図 11 の細い実線 (オーバー露光) は、上述したような A / D 変換が行われた画像データ V_{SIG_AD} と被写体輝度との関係を示す。例えば、A / D 変換器の MSB を 12 ビット、この MSB に対応する A / D 変換器の入力アナログ電圧を 1 V、 V_{END1} を 0.6 V とすると、 V_{END1} に対応したデジタル値は、 $2^{12} * 0.6 / 1 = 2458$ となり、アップカウント時間が通常撮影時の約 60 % に短縮される。

【0060】

図 7 は 1 画素の A / D 変換動作を示すが、それぞれの画素行に属するすべての画素について、画素列毎に配置された A / D 変換器により同時並行的に同様の A / D 変換動作が実行される。そして最初の画素信号 V_{SIG} の A / D 変換が終了すると、次の画素行について同様の A / D 変換が実行される。以上の動作が最後の画素行の画素信号 V_{SIG} の読み出しが完了するまで行なわれる。

【0061】

このようにして、オーバー露光により撮影されて読み出された 1 フィールドの画像信号は、内蔵メモリ 118 に一時的に記憶される。そして、画像処理回路 114 により、内蔵メモリ 118 に記憶されたアンダー露光撮影により生成された画像データと、オーバー露光撮影により生成された画像データを基に、次に述べる広ダイナミックレンジ画像を合成する画像処理が行われる。

【0062】

図 11 はアンダー露光により撮影された画像データ及びオーバー露光により撮影された画像データと被写体輝度との関係を示す図である。同図において横軸は被写体の輝度、縦軸は画像データの値 (画像信号 V_{SIG} を A / D 変換した値にレベル変換処理が施された値であり、 V_{SIG_AD} とする。) を表す。アンダー露光の撮影の場合は、図 11 の太い実線で示すように、 V_{SIG_AD} は、既述の通り、 V_{SIG} が V_{START1} 以下 (被写体輝度が BV_{START1} 以下) のときは 0 である。また、 V_{SIG} が V_{START1} 以上 (被写体輝度が BV_{START1} 以上) のときは、被写体輝度が BV_{START1} のとき $V_{SIG_AD} = V_{START1}$ を基点として被写体輝度に比例して大きくなる。

【0063】

一方、オーバー露光による撮影の場合は、図 11 の細い実線で示すように、 V_{SIG} が

V_{END1} 以下（被写体輝度が BV_{END} 以下）のときは被写体輝度に比例して大きくなり、 V_{SIG} が V_{END1} 以上（被写体輝度が BV_{END1} 以上）の場合は、一定値（ $= V_{END1}$ ）となる。

【0064】

図12は広ダイナミックレンジ画像の合成処理を説明するための合成処理の概念図である。同図において、直線（a）のうち太い実線は、アンダー露光で撮影された画像データのうち、 V_{START1} 以上の値を有する画像データの値を、オーバー露光の撮影と同じ露光条件で撮影したものと仮定したときの値に変換した直線である。例えば、シャッタースピードのみを変えて、アンダー露光撮影（シャッタースピード： $T1$ ）とオーバー露光撮影（シャッタースピード： $T2$ ）を行った場合、アンダー露光撮影で得られた画像データを K 倍（ $K = T2 / T1$ ）する。

【0065】

ここで、図12の直線（a）で表される画像データのうち、 BV_{START1} と BV_{END1} の間の被写体輝度に対応した画像データについては、アンダー露光撮影又はオーバー露光撮影のいずれか一方の画像データを選択する。

【0066】

図12から明らかなように、合成画像データの最大値は、画像データの最大値 Max を越えるので、二ポイントを設定して高輝度部分を圧縮した諧調特性に変換する。図12の曲線（b）に従って変換された画像データは、圧縮伸張部119により圧縮された後、着脱メモリ120に記録される。また、図12の曲線（b）に従って変換された画像データは、LCD116によって画像表示される。

【0067】

また、図12から明らかなように、アンダー露光撮影とオーバー露光撮影においては、被写体輝度の重複する部分が必要である。その必用十分な条件は $BV_{START1} < BV_{END1}$ となることである。したがって、 V_{START1} 及び V_{END1} は上記不等式が成立するように設定する。

【0068】

なお、以上の説明においては、図12の直線（a）で表される画像データのうち、 BV_{START1} と BV_{END1} の間の被写体輝度に対応した画像データについては、アンダー露光撮影又はオーバー露光撮影のいずれか一方の画像データを選択するとしたが、アンダー露光撮影による画像データとオーバー露光撮影による画像データの加算平均値を採用してもよい。

【0069】

また、以上の説明においては、アンダー露光撮影による画像データをオーバー露光の画像データに変換する際に、アンダー露光撮影による画像データに露光時間比を乗算してデータ変換をしたが、この場合、撮像素子や回路特性の誤差により画質が劣化することがある。この問題を解決するために、アンダー露光撮影とオーバー露光撮影の被写体輝度が重複する部分の画素データの統計的処理（例えば総和）により正確に露光量比を求め、この露光量比によりアンダー露光撮影による画像データをオーバー露光の画像データに変換するようにしてもよい。

【0070】

本実施形態によれば、アンダー露光撮影においては、FDに蓄積された信号 V_{SF} のうち V_{START1} 以下の信号電圧に対するアップカウントが行われないのでA/D変換を高速化することができる。また、オーバー露光撮影においては、FDに蓄積された信号 V_{SF} のうち V_{END1} 以上の信号電圧に対するアップカウントが行われないのでA/D変換を高速化することができる。図10に、アンダー露光撮影又はオーバー露光撮影におけるフィールド同期信号と画素選択信号 S との関係を表すタイミングチャートを示す。図9の通常撮影時と比較してフィールド期間を短くすることができる。

【0071】

したがって、本実施形態においては撮像素子を高速駆動することなく短時間でA/D変

換を行うことができるので、消費電力を低減することができる。また、撮像素子を高速駆動することなく広ダイナミックレンジ画像データを高速に生成することができるので、動画撮影に好適な広ダイナミックレンジ画像データを得るための撮影を行うことができる。

【実施形態 2】

次に、本発明の実施形態 2 について説明する。

【0072】

実施形態 1 においては、アンダー露光、オーバー露光のそれぞれにより撮影されて読み出された画像データを基に広ダイナミックレンジ画像データを合成した。これに対して本実施形態は、アンダー露光撮影、標準露光撮影、及びオーバー露光撮影により読み出された画像データを基に、広ダイナミックレンジ画像データを合成するものである。

【0073】

以下の説明においては実施形態 1 と異なるところのみを説明する。

【0074】

図 16 に撮像装置の全体的な動作の流れを示す。

【0075】

図 16 においては、図 15 のアンダー露光撮影とオーバー露光撮影の間に標準露光撮影が加わった点、及びアンダー露光撮影、オーバー露光撮影、標準露光撮影のそれぞれの撮影により得られた画像データを合成して広ダイナミックレンジ画像データを合成する点以外は、実施形態 1 と同様である。

【0076】

つぎに本実施形態について詳細に説明する。

【0077】

図 8 は、A P E X 演算に基づく標準露光で撮影するときの、A / D 変換器 203 の動作を示すタイミングチャートである。本実施形態においては、実施形態 1 におけるオーバー露光撮影とアンダー露光撮影に加えて標準露光撮影を行い、この標準露光撮影において被写体の中間的な輝度分布を有する部分の画像データを生成する。標準露光撮影においては、F D に蓄積された信号 $V_{S F}$ が、 $V_{S T A R T 2}$ から $V_{E N D 2}$ の間の信号のみをアップカウントする。アップカウントの開始時の動作は、実施形態 1 では $V_{R A M P}$ の初期値が $V_{S T A R T 1}$ であったのに対して本実施形態では $V_{S T A R T 2}$ である点以外は、実施形態 1 におけるアンダー露光撮影における A / D 変換の動作と同じである。また、アップカウント終了時の動作は、実施形態 1 ではアップカウント終了時の $V_{R A M P}$ の値が $V_{E N D 1}$ であったのに対して本実施形態では $V_{E N D 2}$ である点以外は、実施形態 1 におけるオーバー露光撮影における A / D 変換の動作と同じである。

【0078】

図 8 は 1 画素の A / D 変換動作を示すが、それぞれの画素行に属するすべての画素について、画素列毎に配置された A / D 変換器により同時並列的に同様の A / D 変換動作が実行される。そして最初の画素信号 $V_{S I G}$ の A / D 変換が終了すると、次の画素行について同様の A / D 変換が実行される。以上の動作が最後の画素行の画素信号 $V_{S I G}$ の読み出しが完了するまで行なわれる。

【0079】

このようにして標準露光により撮影されて読み出された 1 フィールドの画像信号は、内蔵メモリ 118 に一時的に記憶される。そして、画像処理回路 114 により、内蔵メモリ 118 に記憶されたアンダー露光撮影により読み出された画像データ、標準露光撮影により読み出された画像データ、及びオーバー露光撮影により読み出された画像データを基に、次に述べる画像合成処理により広ダイナミックレンジ画像データを合成するための画像処理が行われる。

【0080】

図 13 はアンダー露光により撮影された画像データ、標準露光により撮影された画像データ及びオーバー露光により撮影された画像データと被写体輝度と関係を示す図である。被写体輝度と画像データとの関係を示す図である。同図において横軸は被写体の輝度、縦

軸は画像データの値（画像信号 $V_{S_I_G}$ を A / D 変換した値にレベル変換処理が施された値であり、 $V_{S_I_G_A_D}$ とする。）を表す。アンダー露光による撮影の場合は、図 1 3 の中間レベルの太い実線で示すように、 $V_{S_I_G_A_D}$ は、実施形態 1 で説明したように画像処理回路 1 1 4 によってデータのレベル変換が行われる。その結果、 $V_{S_I_G}$ が $V_{S_T_A_R_T_1}$ 以下（被写体輝度が $B V_{S_T_R_T_1}$ 以下）のときは 0 である。また、 $V_{S_I_G}$ が $V_{S_T_A_R_T_1}$ 以上のときは、被写体輝度が $B V_{S_T_R_T_1}$ のとき $V_{S_I_G_A_D} = V_{S_T_A_R_T_1}$ を基点として被写体輝度に比例して大きくなる。

【0081】

オーバー露光による撮影の場合は、図 1 1 の細い実線で示すように、 $V_{S_I_G}$ が $V_{E_N_D_1}$ 以下（被写体輝度が $B V_{E_N_D}$ 以下）のときは被写体輝度に比例して大きくなり、 $V_{S_I_G}$ が $V_{E_N_D_1}$ 以上（被写体輝度が $B V_{E_N_D_1}$ 以上）の場合は、一定値（ $B V_{E_N_D_1}$ ）となる。

【0082】

標準露光による撮影の場合は、図 1 3 の最も太い実線で示すように、 $V_{S_I_G_A_D}$ は、 $V_{S_I_G}$ が $V_{S_T_A_R_T_2}$ 以下（被写体輝度が $B V_{S_T_R_T_2}$ 以下）のときは 0 であり、 $V_{S_I_G}$ が $V_{S_T_A_R_T_2}$ 以上（被写体輝度が $B V_{S_T_R_T_2}$ 以上）で且つ $V_{E_N_D_2}$ 以下（被写体輝度が $B V_{E_N_D_2}$ 以下）のときは、被写体輝度が $B V_{S_T_R_T_2}$ のとき $V_{S_I_G_A_D} = V_{S_T_A_R_T_2}$ を基点として被写体輝度に比例して大きくなる。そして、 $V_{S_I_G}$ が $V_{E_N_D_2}$ 以上（被写体輝度が $B V_{E_N_D_2}$ 以上）の場合は、一定値（ $= B V_{E_N_D_2}$ ）となる。

【0083】

図 1 4 は広ダイナミックレンジ画像の合成処理を説明するための合成処理の概念図である。同図において、直線（a）のうち中間レベルの太い実線は、アンダー露光で撮影された画像データのうち、 $V_{S_T_A_R_T_1} - V_{R_S_T}$ 以上の値を有する画像データを、オーバー露光の撮影と同じ露光条件で撮影したものと仮定したときの値に変換した直線である。この変換の方法は実施形態 1 と同様に行う。

【0084】

ここで、図 1 4 の直線（a）で表される画像データのうち、 $B V_{S_T_A_R_T_2}$ と $B V_{E_N_D_1}$ の間の被写体輝度に対応した画像データ、及び $B V_{S_T_A_R_T_1}$ と $B V_{E_N_D_2}$ の間の被写体輝度に対応した画像データについては、アンダー露光撮影又はオーバー露光撮影のいずれか一方の画像データを選択する。

【0085】

図 1 4 から明らかなように、合成画像データの最大値は、画像データの最大値 $M a x$ を越えるので、二ポイントを設定して高輝度部分を圧縮した諧調特性に変換する。図 1 4 の曲線（b）に従って変換された画像データは、圧縮伸張部 1 1 9 により圧縮された後、着脱メモリ 1 2 0 に記録される。また、図 1 4 の曲線（b）に従って変換された画像データは、LCDドライバ 1 1 5 を介して LCD 1 1 6 によって画像表示される。

【0086】

また、図 1 4 から明らかなように、アンダー露光撮影、標準露光撮影、及びオーバー露光撮影においては、被写体輝度の重複する部分が必要である。その必用十分な条件は $B V_{S_T_A_R_T_2} < B V_{E_N_D_1}$ 、且つ $B V_{S_T_A_R_T_1} < B V_{E_N_D_2}$ となることである。したがって、 $V_{S_T_A_R_T_1}$ 、 $V_{E_N_D_1}$ 、 $V_{S_T_A_R_T_2}$ 、 $V_{E_N_D_2}$ は上記不等式が成立するように設定する。

【0087】

なお、以上の説明においては、図 1 4 の直線（a）で表される画像データのうち、 $B V_{S_T_A_R_T_1}$ と $B V_{E_N_D_2}$ の間の被写体輝度に対応した画像データ、及び $B V_{S_T_A_R_T_2}$ と $B V_{E_N_D_1}$ の間の被写体輝度に対応した画像データについては、いずれか一方の画像データを選択するとしたが、アンダー露光撮影による画像データと標準露光撮影による画像データの加算平均処理、及び標準露光撮影による画像データとオーバー露光撮影による画像データの加算平均値を採用してもよい。

【0088】

また、以上の説明においては、アンダー露光撮影による画像データ及び標準露光撮影による画像データをオーバー露光の画像データに変換する際に、露光時間の比を乗算して画像データを変換したが、この場合、撮像素子や回路特性の誤差により画質が劣化することがある。この問題を解決するために、アンダー露光撮影又は標準露光撮影と、オーバー露光撮影の被写体輝度が重複する部分の画素データのそれぞれの統計的処理（例えば総和）により正確に露光量比を求め、この露光量比によりアンダー露光撮影による画像データをオーバー露光の画像データに変換するようにしてもよい。

【0089】

また、図16に示す露光時間の組み合わせは一例であってさまざまな露光時間の組み合わせが考えられる。

【0090】

本実施形態においては、実施形態1のアンダー露光撮影、オーバー露光撮影に加えて標準露光撮影を行い、これら3種類の露光に基づく画像データを合成して広ダイナミックレンジ画像を合成するので、実施形態1に比べて、より広い輝度範囲を有する被写体に対しても白飛びや黒つぶれが抑制された広ダイナミックレンジ画像データを得ることができる。

【0091】

また、本実施形態においては、アンダー露光の撮影においては、FDに蓄積された信号 V_{SE} のうち $V_{START1} - V_{RST}$ 以下の信号電圧に対するアップカウントが行われないのでA/D変換を高速化することができる。また標準露光撮影においては、FDに蓄積された信号 V_{SE} のうち $V_{START2} - V_{RST}$ 以下及び $V_{END2} - V_{RST}$ 以上の信号電圧に対するアップカウントが行われないのでA/D変換を高速化することができる。

【0092】

さらに、オーバー露光の撮影においては、FDに蓄積された信号 V_{SE} のうち $V_{END1} - V_{RST}$ 以上の信号電圧に対するアップカウントが行われないのでA/D変換を高速化することができる。

【0093】

したがって、本実施形態においては撮像素子を高速駆動することなく短時間でA/D変換を行うことができるので、消費電力を低減することができる。また、撮像素子を高速駆動することなく広ダイナミックレンジ画像データを高速に生成することができるので、動画撮影に好適な広ダイナミックレンジ画像を得るための撮影を行うことができる。

【0094】

実施形態1においては、アンダー露光、オーバー露光のそれぞれにより撮影されて読み出された画像データを基に広ダイナミックレンジ画像を合成した。また、実施形態2においては、アンダー露光、適正露光、及びオーバー露光により撮影されて読み出された画像データを基に、広ダイナミックレンジ画像を合成した。しかし、本発明はこれらに限ることなく、アンダー露光、適正露光、オーバー露光の任意の組み合わせにより広ダイナミックレンジ画像を合成する撮像装置に適用可能である。

【0095】

また、本発明は上述した実施形態に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することもできる。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、種々の発明を形成することもできる。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。このように、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変形や応用が可能である。

【符号の説明】

【0096】

101 ... レンズ

102 ... モータ

1 0 3 ... フォーカス制御部
1 0 4 ... 絞り機構
1 0 5 ... モータ
1 0 6 ... 絞り制御部
1 0 7 ... シャッター機構
1 0 8 ... プランジャー
1 0 9 ... プランジャー制御部
1 1 0 ... 撮像素子
1 1 2 ... A E 処理部
1 1 3 ... A F 処理部
1 1 4 ... 画像処理部
1 1 5 ... L C D ドライバ
1 1 6 ... L C D
1 1 7 ... 不揮発性メモリ
1 1 8 ... 内蔵メモリ
1 1 9 ... 圧縮伸張部
1 2 0 ... 着脱メモリ
1 2 1 ... C P U
1 2 2 ... 入力部
1 2 3 ... 電源部
1 2 4 ... データバス