

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4024367号

(P4024367)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 N 9/09 (2006.01) HO 4 N 9/09 A
HO 4 N 5/335 (2006.01) HO 4 N 5/335 Z

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平9-345416	(73) 特許権者	390005164
(22) 出願日	平成9年12月15日(1997.12.15)		株式会社フォトロン
(65) 公開番号	特開平11-178001		東京都千代田区富士見1丁目1番8号
(43) 公開日	平成11年7月2日(1999.7.2)	(74) 代理人	100078765
審査請求日	平成16年7月26日(2004.7.26)		弁理士 波多野 久
		(74) 代理人	100078802
			弁理士 関口 俊三
		(72) 発明者	辻 政孝
			東京都渋谷区渋谷一丁目9番8号 株式会
			社 フォトロン内
		(72) 発明者	桑村 伸一
			東京都渋谷区渋谷一丁目9番8号 株式会
			社 フォトロン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多板式撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光を少なくとも第1の光路の光と第2の光路の光に分割する光学系と、
 前記第1の光路の光を第1のフレーム周期にて露光し電荷に変換する第1のセンサと、
 前記第2の光路の光を前記第1のフレーム周期に続く第2のフレーム周期にて露光し電荷に変換する第2のセンサと、
 前記第1及び第2のセンサを露光するタイミングと、露光によって得られた電荷を転送するタイミングとを制御する露光・転送制御手段と、
 を具備し、

前記露光・転送制御手段は、

前記第1のフレーム周期で前記第1のセンサを多重露光し、前記第2のフレーム周期で前記第1のセンサの多重露光によって得られた電荷を転送すると共に、前記第2のフレーム周期で前記第2のセンサを多重露光し、前記第2のフレーム周期に続く前期第1のフレーム周期で前記第2のセンサの多重露光によって得られた電荷を転送し、この処理を繰り返し行う、

ことを特徴とする多板式撮像装置。

【請求項2】

前記第1のフレーム周期に転送される電荷から第1のフレーム画像を生成し、前記第2のフレーム周期に転送される電荷から第2のフレーム画像を生成し、前記第1のフレーム画像と前記第2のフレーム画像とを順次連続させて多重露光動画を生成する処理回路、

10

20

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の多板式撮像装置。

【請求項 3】

前記光学系は、前記入射光を 3 つの光路に分割する光学系であり、前記第 1 の光路として第 1 の第 1 光路と第 1 の第 2 光路の 2 つの光路に、前記第 2 の光路として 1 つの光路に分割し、

前記第 1 のセンサは、前記第 1 の第 1 光路の光を電荷に変換する第 1 の第 1 センサ、及び前記第 1 の第 2 光路の光を電荷に変換する第 1 の第 2 センサの 2 つのセンサからなる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の多板式撮像装置。

【請求項 4】

赤色用フィルタ、青色用フィルタ、及び緑色用フィルタをさらに備え、

10

前記第 1 の第 1 センサは、前記第 1 の第 1 光路に設けられる前記赤色用フィルタを透過した光を電荷に変換し、

前記第 1 の第 2 センサは、前記第 1 の第 2 光路に設けられる前記青色用フィルタを透過した光を電荷に変換し、

前記第 2 のセンサは、前記第 2 の光路に設けられる前記緑色用フィルタを透過した光を電荷に変換する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の多板式撮像装置。

【請求項 5】

前記第 1 のフレーム周期に転送される電荷から第 1 のフレーム画像を生成し、前記第 2 のフレーム周期に転送される電荷から第 2 のフレーム画像を生成し、前記第 1 のフレーム画像と前記第 2 のフレーム画像とを順次連続させて多重露光動画を生成する処理回路、

20

をさらに備え、

前記処理回路は、

前記第 1 の第 1 センサから出力される信号強度と前記第 1 の第 2 センサから出力される信号強度とを合成してモノクロの前記第 1 のフレーム画像を生成し、前記第 2 のセンサから出力される信号強度からモノクロの第 2 のフレーム画像を生成する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の多板式撮像装置。

【請求項 6】

前記処理回路は、

モノクロの多重露光動画と、カラーの非多重動画とを切換えて出力可能に構成されたことを特徴とする請求項 5 に記載の多板式撮像装置。

30

【請求項 7】

前記第 1、第 2 のセンサは C C D 撮像素子で構成されるセンサである、ことを特徴とする請求項 1 に記載の多板式撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インターライン・トランスファ型（インターライン型、I T 型とも呼ばれる）などの C C D（Charge Coupled Device：固体撮像素子）を撮像素子を複数個用いた多板式撮像装置に係り、とくに、その多重記録および高速化の機能改善に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

従来、C C D などの撮像素子を用いた撮像装置は、家庭用ビデオカメラやデジタルカメラなどの一般用途向けの機種から、多重記録や高速撮像の機能を備えた特殊用途の機種まで多岐にわたり、広く使用されている。この内、特殊用途の装置は、スポーツ選手の運動動作の解析やスポーツ勝敗の判定に有用であるばかりでなく、様々な学術研究や工業生産分野での動態解析に著しい有用性を発揮している。

【0003】

高速度撮像はスローモーション再生など、種々の分野で有用である。スローモーション再生を行うには、規格速度（N T S C 方式のときは 30 画面／秒、P A L 方式のときは 25

50

画面／秒)より大きい速度で撮像し、その画像データを規格速度で再生するとスローモーション映像を見ることができる。例えば、規格速度の n 倍の速度で撮像した画像データを規格速度で再生すると、被写体の動きを $1/n$ に遅くして観察することができる。一般に、このような高速度撮像の1つの手法として、CCD型撮像素子やMOS型撮像素子などの撮像素子のクロック周波数を上げることで反応速度を速くすることが知られている。

【0004】

しかし、この撮像素子の反応速度自体に一定の物理的制限があるので、クロック周波数を上げることに拠る撮像速度の高速化にも限界がある。この限界以上の高速化を実現するには、その1つの手法として、1画面(画像)当たりの記録素子数を減らすことがある。例えば、 640×480 画素、30画面／秒の規格の撮像素子があった場合、記録素子数を 10
 320×240 画素と $1/4$ に減じると、原理的には撮像速度を4倍の120画面／秒に上げることができる。このような部分的な撮像を実行するには、各水平方向の走査を水平方向ラインの途中の所定位置で中止し、次の水平方向走査に移行する一方で、水平走査を特定の水平方向ラインで打ち切り、次画面の走査に移行するように、走査制御する必要がある。撮像素子の内、MOS型撮像素子は水平、垂直方向の任意の画素(絵素)の受光素子から走査を開始し、その走査を途中位置で打ち切り、次のラインに走査を移行させることができる。したがって、MOS型撮像素子については、上記のような部分読出しの走査制御を行うことができる。

【0005】

一方、多重記録は、時間経過の異なる複数枚の画像を互いに重ね合わせて1フレーム(1画面または1周期)で表示し、通常写真カメラのシャッタを開放した状態で、ストロボを点滅させたときの多重露光写真と同じ効果を得る撮像手法である。この多重記録を行うには、IT型のCCD撮像素子の場合、1フレームの時間内に2次元配置の複数個のフォトダイオードから垂直転送CCDへの一括転送を複数回行って、1画面期間中の時間経過の異なる電荷(画素データ)を垂直転送CCDで蓄える。この垂直転送CCDへの複数回の一括転送は転送ゲートパルスで制御される。一括転送を行っている間は、垂直転送CCDから水平転送CCDへの転送を行わないようにすることで、垂直転送CCDには複数入光が重複蓄積される。しかし、この転送を単純に重複させただけで、転送電荷が時間的に分離されていない場合、多重記録された画像はブレた映像の重なりとしてならない。このため、シャッタ機能により多重記録の1回当たりの露光時間(電荷蓄積時間)が十分に短く 30
なるように制御される。

【0006】

垂直転送CCDに重複蓄積された電荷は、垂直転送CCDおよび水平転送CCDを駆動して順次読み出される。第 n フレームにおけるフォトダイオードから垂直転送CCDへの複数回の一括転送と、これに続く第 $n+1$ フレームにおける垂直・水平転送駆動とを繰り返すことで、多重露光された画像が読み出される。これにより、外部装置としてのストロボ装置が不要で、屋外のような明るい自然光や連続照明光の下でストロボ写真と同等のストロボ効果が得られる。

【0007】

この多重記録において、フォトダイオードから垂直転送CCDへの転送パルス回数で決まる一括転送の回数や、シャッタパルスから転送ゲートパルスまでの期間で決まる露光時間は任意に設定できる。 40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の撮像装置においては、標準のテレビ用のCCD型撮像素子は感度が高いという利点から、家庭用、業務用のビデオカメラの撮影素子として多用されているが、この種の撮像装置には未だ以下のような問題が残されていた。

【0009】

まず、撮像高速化についての問題は以下のようなものである。CCD型撮像素子の場合、MOS型とは異なり、水平方向のラインの途中で走査を打ち切って次ラインに移行することも、 50

また、画面の途中で走査を打ち切って次画面に移行することもできない。このため、CCD型撮像素子については、受光部を部分的に覆う光学的マスクや、不要電荷を捨てる部分読み出しの手法を使用しない限り、部分読み出しの走査制御を行うことができない。

【0010】

この光学マスクを利用した場合でも、幾分とも光の回折現象は避けられないので、非遮光面（部分受光面）に入射した光は遮光面に回り込んで入射し、この入射に拠る電荷は素子本来の暗電流によるノイズと合成され、受光面全体に重畳してしまう。したがって、このCCD型撮像素子で撮像された画像はぼけてしまい、画質が劣る。また、画面サイズおよび撮像速度は通常、用途に応じて選択・変更できることが望ましいが、光学マスクを利用する場合、マスクそのものを交換可能な構造や可変サイズのマスク構造を採用する必要がある。しかし、このような構造は複雑化かつ大形化して、製造コストの上昇を招くとともに、光の回折現象の程度が多くなり、上述した画質の劣化がより顕著になる。

10

【0011】

また、部分読み出しに際し、光学マスクを利用せず、電子的に不要電荷を棄却する方式の場合、部分読み出しの対象画素数を減らしても、その棄却時間（空読み出し時間）が加わるため、その減少に割りには撮像速度の上昇の比率が芳しくない。つまり、部分読み出しを行って解像度を犠牲にする割には撮像速度の高速化のメリットが少ないという問題があった。

【0012】

一方、多重記録に関しては以下のような問題があった。CCD型撮像素子を通常使用する場合（多重記録しない場合）、電荷がフォトダイオードに蓄積（露光）している間に、先に垂直転送CCD（垂直転送路）に転送された電荷を水平転送CCD（水平転送路）に垂直転送し、水平転送路から映像信号として出力される。これに対し、多重記録の場合、フォトダイオードから垂直転送CCDに電荷が複数回、一括転送された後で、垂直転送CCDから水平転送CCDへの転送が実行される。このため、水平転送CCDへの電荷転送の周期は、読み出し専用の周期となり、この期間にフォトダイオードから垂直転送CCDへの転送実行は不可となる。このため、通常のCCD使用の態様に比べて（すなわち多重記録を行わない場合に比べて）、単位時間当たりの撮像周期が長くなる。つまり、撮像速度は普通、約1/2になって、遅くなってしまう。

20

【0013】

また、撮像周期の内、約半分の読み出し専用の転送周期には露光ができない、ブラックアウトの周期になる。これはフィルム式映画カメラにおいて、フィルム掻き落とし周期の間はシャッターを閉じ、露光を防ぐ状態と同様である。このフィルム式カメラでは、この露光不可の期間を周期で表し、シャッター開角度として表現される。このように、多重露光CCDカメラの場合も、フィルム式カメラのシャッター開角度と同様に、撮像周期の約半分がブラックアウトの周期となり、その分、動態解析における解析度合を低下させている。

30

【0014】

本発明は、このような従来技術が有する未解決の問題に鑑みてなされたもので、映像の画質を維持しながら、比較的簡単な駆動パルスの制御を行うだけで、撮像速度をより高速化または超高速化した多板式撮像装置を提供することを、第1の目的とする。

【0015】

また本発明は、多重記録を行う場合、画質を維持しながら、比較的簡単な駆動パルスの制御を行うだけで、撮像速度をより高速化した多板式撮像装置を提供することを、第2の目的とする。

40

【0016】

さらに本発明は、3板式カラーカメラなどの複数の撮像センサを用いた多板式撮像装置の撮像機能の多様化、豊富化を図る手段として既存装置に容易に搭載できる機能であって、撮像装置の構造自体を何等変更することなく、高画質を維持する一方で、比較的簡単な駆動パルスの変更制御を行うだけで、動態解析などに好適な多重記録を高速で行うことができる機能を提供することを、第3の目的とする。

【0017】

50

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る多板式撮像装置は、入射光を少なくとも第1の光路の光と第2の光路の光に分割する光学系と、前記第1の光路の光を第1のフレーム周期にて露光し電荷に変換する第1のセンサと、前記第2の光路の光を前記第1のフレーム周期に続く第2のフレーム周期にて露光し電荷に変換する第2のセンサと、前記第1及び第2のセンサを露光するタイミングと、露光によって得られた電荷を転送するタイミングとを制御する露光・転送制御手段と、を具備し、前記露光・転送制御手段は、前記第1のフレーム周期で前記第1のセンサを多重露光し、前記第2のフレーム周期で前記第1のセンサの多重露光によって得られた電荷を転送すると共に、前記第2のフレーム周期で前記第2のセンサを多重露光し、前記第2のフレーム周期に続く前期第1のフレーム周期で前記第2のセンサの多重露光によって得られた電荷を転送し、この処理を繰り返し行う、ことを特徴とする。

10

【0028】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0029】**第1の実施の形態**

第1の実施形態を図1～図6を参照して説明する。

【0030】

図1に示す高速度撮像装置は、撮像対象からの反射光を入射させる撮像部11と、この撮像部11に接続された駆動回路12および処理回路13と、処理回路13に接続されたモニタ14とを備える。

20

【0031】

撮像部11は、光学系としての対物レンズ11aと、この対物レンズ11aを介して伝達する光を入射させるセンサ部11bとを備える。このセンサ部11bは、複数のエリアイメージセンサとして3個のCCD型撮像素子を備えた3板式に構成されている。

【0032】

一例として、撮像部11bは、入射光を互いに直交する3方向に分割するキュービックスライプのプリズム21と、このプリズムの分割光を受ける赤、青、緑色のフィルタ22a、22b、22cと、このフィルタそれぞれの出力光を受光する3個のCCD型撮像素子23a、23b、23cとを備える。このため、対物レンズ11aから入射した光はプリズム21により3分割され、この分割光それぞれが赤色フィルタ22a、青色フィルタ22b、緑色フィルタ22cを通して各色成分の光に変換される。この赤色成分、青色成分、緑色成分の光はそれぞれにあてがわれたCCD型撮像素子23a、23b、23cに入射する。

30

【0033】

CCD型撮像素子23a、23b、23cのそれぞれは、図2に示すように、半導体の薄膜積層技術によって、例えばn⁻基板上に形成した1チップのインターライン・トランスファ型（IT型：インターライン型とも呼ばれる）のCCD型撮像素子から成る。図2に模式的に示すように、この各CCD型撮像素子では、かかる薄膜積層技術によって、複数の受光部31…31としてのフォトダイオードがxy面の2次元的に配置される。なお、同図において、x軸方向を横方向、y軸方向を縦方向と便宜上呼びことにし、横方向の同一列の受光部をラインと呼ぶ。

40

【0034】

縦方向の各列を成す受光部31…31に隣接して垂直転送路32としての垂直転送CCDが縦方向に形成され、全体として、受光部31…31と垂直転送路32が縦方向に交互に並んで配置されている。垂直転送部32…32の縦方向の一方の端部には水平転送路33としての水平転送CCDが薄膜積層技術により形成されている。垂直転送路32…32は水平転送路33に繋がれ、電荷が渡されるようになっている。また、水平転送路33に接続された出力アンプ34も形成されている。

50

【0035】

各受光部31は、1フレームの画像を形成する画素信号の素になる電荷を生成する。つまり、各受光部31には入射光量に対応した電荷が蓄積される。垂直転送路32…32および水平転送路33には駆動回路12から転送用の駆動信号が供給され、これより各受光部31の蓄積電荷が転送路32…32、33を介して、例えば2相駆動方式で読み出される。

【0036】

図3には、各CCD型撮像素子11bの積層断面を部分的に示す。同図において、 n^- 基板とpウェル層との間にパルス電圧(V_{sub})を印加することで、受光部21で形成した電荷が不要なとき、この電荷を直接基板に掃き出し、転送路の電荷に影響を与えない状態で不要電荷をクリアする電子シャッタの機能を果たすようになっている。

10

【0037】

駆動回路12は、2相駆動方式でセンサ部11bを駆動するに必要な駆動信号を出力する。これを実行するため、駆動回路12は、基準となるクロック信号を発生するクロック発生器41と、撮像装置の駆動モードを手動選択可能なモード信号を出力するモード切換スイッチ42と、クロック信号およびモード信号を入力してセンサ部11bの駆動をモード別に制御する読出しコントローラ43とを備える。読出しコントローラ43は、一例として、図示しないが、クロック信号数を計測するカウンタと、その計測値が各種の所定数に達したときに各種のパルス信号(駆動信号)を発生する複数個のパルス発生器とを備える。このパルス信号は、各CCD型撮像素子に供給される。読出しコントローラ43はCPUを備えて構成してもよい。

20

【0038】

各CCD型撮像素子に供給する各種のパルス信号には、電子シャッタパルスSH、全ての受光部31…31から垂直転送路32に一括して電荷転送するための転送ゲートパルスPV、電荷を垂直転送するための2相の垂直転送信号V1、V2、および電荷を水平転送するための2相の読出しクロックH1、H2が含まれる。

【0039】

処理回路13は、3個のCCD型撮像素子23a、23b、23cのそれぞれの各出力系毎に、増幅器51a(51b、51c)、A/D変換器52a(52b、52c)、フレームメモリ53、映像プロセッサ54、およびD/A変換器55をこの順に備える。映像プロセッサ54は、CPU(またはこの機能を担うデジタル信号回路)およびメモリなどを備え、波形整形(ノイズ除去)、信号補正などの信号処理を行うとともに、指定駆動モードに対応した映像データをフレーム毎に作成する。この映像データはD/A変換器55を介してモニタ14に送られる。これにより、3個のCCD型撮像素子23a、23b、23cから読み出される電荷信号が駆動モード別に画像信号に作成され、モニタ14に1フレームの画像として表示される。

30

【0040】

本撮像装置には、上述した駆動モードとして3種類の駆動モード、すなわち、「カラー撮像モード」、「カラー多重記録モード」、および「高速多重記録モード」が用意されている。操作者は、モード切換スイッチ42で所望の駆動モードを選択すると、その選択モードを表すスイッチ信号が読出しコントローラ43に送られるようになっている。読出しコントローラ43は、かかるスイッチ信号に応じてセンサ部11bの各撮像素子の駆動をパルス制御する。

40

【0041】

なお、このスイッチ信号は映像プロセッサ54にも送られるようになっている。このため映像プロセッサ54は、スイッチ信号で指定された駆動モード別の映像信号処理(例えば、カラー処理、疑似カラー処理、白黒処理など)を実施できる。

【0042】

続いて、本実施形態に係る撮像動作をセンサ部11bの転送動作を中心にして説明する。

【0043】

50

<カラー撮像モード>

モード切換スイッチ42を介して、カラー撮像モード（多重記録なし）が指令された場合、この撮像装置は従来と同様に、3板式CCDカラーカメラとして動作する。対物レンズ11aから入射した光はプリズム21により3分割され、それぞれ赤色、青色、緑色のフィルタ22a, 22b, 22cを通して、CCD型撮像素子23a, 23b, 23cの受光面にそれぞれ入射する。

【0044】

読出しコントローラ43からそれぞれの撮像素子23a（23b, 23c）には、フレーム周期に同期して転送ゲートパルスPV並びに2相方式の垂直転送信号V1, V2および読出しクロックH1, H2が送られる。これにより、第nフレームの終りに同期して転送ゲートパルスPVが与えられると、第nフレームで蓄積した受光部31, …, 31の電荷が一括して垂直転送CCD32, …, 32に転送される。次のn+1フレームが始まると、受光部31, …, 31に再び露光により電荷蓄積がなされるとともに、垂直転送されたCCD32, …, 32に転送された前フレームの電荷が垂直転送信号V1, V2により順次垂直転送され、そして水平転送CCD33を介して読出しクロックH1, H2により順次、水平転送されていく。これにより、1フレームの画素信号が読み出される。

10

【0045】

以下、同様にしてフレーム毎に読み出され、赤色、青色、緑色のエリア画素信号が形成される。この3原色の映像信号は処理回路12でカラー系統別に処理される。すなわち、デジタルデータとしてメモリ53a, 53b, 53cに一度格納され、映像プロセッサ54により、ノイズ除去などの各種の前処理、カラーへのデータ合成処理、強調処理などの後処理を経て所望態様のカラー映像データに生成される。このカラー映像データはモニタ14にカラー映像として例えば殆どリアルタイムな映像やフリーズ像として表示される。

20

【0046】

<カラー多重記録モード>

モード切換スイッチ42から、このカラー多重記録モードが指令された場合も、撮像装置は3板式CCDカラーカメラとして動作する。

【0047】

このモードのときには、読出しコントローラ43は図4に例示するタイミングで各種の駆動パルスを出力する。つまり、読出しコントローラ43は、1つのフレーム期間である第nフレームにおいて、第1回目のR（赤）シャッタパルス、G（緑）シャッタパルス、およびB（青）シャッタパルスを同時に出力する（時刻t1）。次いで、時刻t1から極めて短時間の期間が経過すると、R転送ゲートパルス、G転送ゲートパルス、およびB転送ゲートパルスを同時に出力する（時刻t2）。このため、3個の撮像素子23a, 23b, 23cは、この短時間「t2 - t1」の間だけその受光面に光が入射して露光され、この露光による蓄積電荷が垂直転送CCD32, …, 32に一括転送される。次いで、所定時間毎に、このシャッタパルスと転送ゲートパルスによる露光および転送が同一の第nフレームにおいて、さらに2回繰り返される。このため、時間的に分離した合計3回の短時間の多重露光状態が得られ、各露光に対応した電荷が垂直転送CCD32, …, 32に蓄積される。

30

40

【0048】

この多重露光期間の後の次フレーム周期は図4に示すように、蓄積電荷に対する読出し周期になる。読出しコントローラ43は垂直転送信号V1, V2および水平転送用の読出しクロックH1, H2を従来周知のタイミングで撮像素子23a, 23b, 23cに個別に同期して出力する。このように第nフレームの後の1周期は蓄積電荷の読出しに専用的に使用され、多重露光による蓄積電荷が画素毎に読み出される。その次のフレーム周期は、再び、第n+1フレームに関する多重露光の周期として使われる。

【0049】

この読みだし電荷は、上述したカラー撮像のときと同様に処理され、モニタ14には動態解析などに好適な多重露光（記録）を実施したカラー画像が表示される。

50

【0050】

<高速多重記録モード>

モード切換スイッチ42から、この高速多重記録モードが指令された場合、撮像装置は3板式CCDを搭載した、モノクロまたは疑似的にカラー化が可能なカメラとして動作する。

【0051】

このモードのときには、読出しコントローラ43は図5に例示するタイミングで各種の駆動パルスを出力する。同図に示すタイミング制御は、R（赤）とB（青）のシャッタパルスおよび転送ゲートパルスを同期させて一体に扱い、G（緑）のシャッタパルスおよび転送ゲートパルスをR（赤）およびB（青）のものから180度の位相差を持たせて次

10

【0052】

このようにR（赤）とB（青）を同期させた理由は、通常の光信号には赤成分が約30%、青成分が約10%、および緑成分が約60%含まれると総括できることにある。このため、R（赤）とB（青）の成分を加算して1つの信号として扱えば、概略的ではあるが、格別の信号増強処理を施されなくても、緑成分に対抗できる信号強度になるからで、R（赤）とB（青）を1つのモノクロ信号、またG（緑）単独を別のモノクロ信号として扱うことが容易になるからである。

【0053】

勿論、R（赤）またはB（青）とG（緑）とをそれぞれ1つのモノクロ信号として扱うようにしてもよいし、また場合によっては、G（緑）と他の色とを組み合わせるモノクロ信号とし、残りの1つの色をそれに対抗するモノクロ信号として扱うことも可能である。

20

【0054】

図5に示すように、読出しコントローラ43は、第nフレームに対応するフレーム周期において、第1回目のR（赤）シャッタパルスおよびB（青）シャッタパルスを同期して出力する（時刻t1）。次いで、時刻t1から極めて短時間の期間が経過すると、R転送ゲートパルスおよびB転送ゲートパルスを同期して出力する（時刻t2）。このため、2個の撮像素子23a、23bは、この短時間「t2-t1」の間だけその受光面に光が入射して露光され、この露光に拠る蓄積電荷が垂直転送CCD32、…、32に一括転送される。次いで、R（赤）およびB（青）の成分に対してのみ、このシャッタパルスと転送ゲートパルスによる露光がこの第nフレームにおいて所定時間毎に、2回繰り返される（時刻t3~t4、t5~t6）。このため、R（赤）およびB（青）の成分に対し、時間的に分離した合計3回の短時間の多重露光状態が得られ、各露光に対応した電荷が垂直転送CCD32、…、32に蓄積される。

30

【0055】

次いで、次のフレーム周期である第n+1フレームに入ると、R（赤）およびB（青）の成分に対しては前述と同様に、垂直転送パルスV1、V2と読出しパルスH1、H2に拠る読出しが実施される。この読出しと平行して、今度は、第1回目のG（緑）シャッタパルスを出力する（時刻t7）。次いで、時刻t7から極めて短時間の期間が経過すると、G転送ゲートパルスを出力する（時刻t8）。このため、今度は緑用の撮像素子23cがその短時間「t8-t7」の間だけ露光され、その電荷が画素毎に一括転送される。次いで、このG（緑）の成分に対してのみ、このシャッタパルスと転送ゲートパルスによる露光がこの第n+1フレームにおいて所定時間毎に、2回繰り返される（時刻t9~t10、t11~t12）。このため、G（緑）の成分に対し、時間的に分離した合計3回の短時間の多重露光状態が得られ、各露光に対応した電荷が垂直転送CCD32、…、32に蓄積される。

40

【0056】

次いで、次の第n+2フレームに入ると、G（緑）の光成分に対する垂直転送パルスV1、V2と読出しパルスH1、H2に拠る読出しが実施されるとともに、この読出しに並行

50

して、再び、R（赤）およびB（青）の成分に対する前述と同様の多重露光および電荷転送が行われる。

【0057】

以下、同様に、R（赤）およびB（青）の成分とG（緑）の成分との間で180度位相をずらして、交互に、多重露光・一括転送および読出しが繰り返し実施される。

【0058】

以上の多重露光・一括転送により読み出された信号は各色成分に強度を反映しており、処理回路13に送られる。処理回路13において、読み出された撮像信号はその各色成分の系統毎に増幅器51a（～51c）で増幅され、A/D変換器52a（～52c）によりデジタル化され、さらにメモリ53a（～53c）にフレーム毎に格納される。3個のメモリ53a～53cにデータ保存されるタイミングは、R（赤）およびB（青）の成分とG（緑）の成分との間で180度の位相差がある。

10

【0059】

映像プロセッサ54はモード切換スイッチ42からのスイッチ信号に応答して「高速多重記録モード」の選択であることを既に認識している。このため、映像プロセッサ54は、メモリ53a～53cにフレーム毎に格納された色成分毎のデータを2つのモノクローム信号として扱う。つまり、上述したようにR（赤）およびB（青）の成分用メモリ53a、53bに記憶されているデータを合算して第nフレーム用の1つのモノクローム信号としてその映像データを生成する。一方、第n+1フレームでは、G（緑）の成分用メモリ53cに記憶されているデータをモノクローム信号としてその映像データを生成する。

20

【0060】

この映像データは、フレーム毎にD/A変換器55でアナログ化されてモノクロ（白黒）の多重記録像として、例えば図6に示す如く、モニタ14に表示される。この表示像は、第nフレームについてはR（赤）およびB（青）の成分を反映したフレーム像、続く第n+1フレームについてはG（緑）の成分を反映したフレーム像、以下同様に、交互のフレーム像で構成される。

【0061】

このため、CCD型撮像素子を用いた多板式撮像装置の多重記録でありながら、各フレーム毎に撮像でき、多重記録を実施しない通常のモノクロ撮像と同じ撮像速度を達成でき、約2倍の高速化を実現できる。また、全部の周期において多重露光が行われるから、従来問題となっていたブラックアウトも無く、多重露光映像の時間分解能も約2倍高くなる。したがって、撮像対象が動態である場合の動態解析の精度に優れた高速の撮像装置を提供できる。

30

【0062】

また、赤（R）と青（B）の原色成分を組み合わせ、緑（G）の原色成分を単独で使用しているから、輝度補正処理などを格別実施しなくても、各フレームの輝度レベルがほぼ均等になり、輝度の安定した見易い動態解析の映像を得ることができる。

【0063】

さらに、本実施形態では、光学マスクなどの機構的部品を付加せずに、撮像素子に与える駆動パルスのタイミングを制御するだけで目的とする多重記録動作を実現させている。このため、センサ部の構造を機械的に複雑化させずに済み、故障なども少ない、比較的安価な装置を提供できる。

40

【0064】

さらに、本実施形態の撮像装置は、既存の3板式CCDカラーカメラを流用し、この駆動タイミングを多重制御するに必要な駆動、制御系の回路、機能の付加のみによって、カラー多重記録モードおよび高速記録モードの動作を付加的に実現できる。このため、既存の3板式CCDカラーカメラの機能の豊富化、充実化を図って、製品として付加価値を高めることができる。また、ユーザは使用目的に応じてモード切換スイッチを操作するだけで済むから、1台3役の機能の撮像装置を得ることができる。

【0065】

50

なお、当然に、上述した高速多重記録モードのみを専用的に実施する高速の撮像装置を、上述した構成および機能によって実現することもできる。

【0066】

さらに、上述した実施形態では、各撮像素子の出力信号をモノクローム信号として扱ったが、上述の例では赤（R）と青（B）の原色成分については同位相で信号検出されるので、カラー被写体についてはそのままでも赤（R）と青（B）成分を合成したカラー情報が得られ、これを利用したカラー映像も出力可能である。また、カラー成分のアレンジによって、疑似的なカラー映像を出力するようにしてもよい。

【0067】

さらにまた、上述の実施形態では、赤（R）と青（B）の原色成分を合成し、これに緑（B）の原色成分を対抗させるようにしたが、この組み合わせ方は任意である。 10

【0068】

さらに、上述の実施形態では、赤（R）、青（B）、緑（B）の原色成分を抽出する構成にしたが、これらの原色の補色を扱うようにしてもよい。

【0069】

またなお、上述した撮像装置は3板式CCDカラーカメラをベースに構成する例を挙げたが、例えば、図7に示すように（同図において図1と同等の構成要素には同一符号を用いている。また図1で用いた赤、青、緑の各色選択用のフィルタは外している。）、入射光を半透過プリズム60などの光学系で単純に2分割することで、全色成分を含んだ2個の入射光を形成し、上述と同様に、2個の入射光に拠る撮像素子出力それぞれをモノクローム信号として扱えば、光効率の良い2板式CCDカメラを構成でき、高速な多重記録を行うことができる。 20

【0070】

第2の実施形態

第2の実施の形態を図8を参照して説明する。第2の実施形態に係る多板式撮像装置は、電子シャッター機能を駆使した撮像の高速化に関する。なお、この第2の実施形態およびこれ以降の実施形態において、第1の実施形態の構成要素と同一または同等のものには同一符号を用い、その説明を省略または簡略化する。

【0071】

この実施形態の多板式撮像装置における駆動回路12の読出しコントローラ43は、図8に示すタイミングで露光および電荷読出しを制御する。この制御では多重露光を行わずに、モノクロ撮像の3倍速を目的とする。 30

【0072】

読出しコントローラ43は、赤（R）、緑（G）、青（B）のCCD型撮像素子23a、23b、23cに供給するゲートパルス（シャッターパルスSHおよび転送ゲートパルスPV）のタイミングを、この色順に、1/3周期（1周期は1フレーム）ずつ送らせ、転送ゲートパルスPVの後に引き続き、垂直転送信号V1、V2および読出しクロックH1、H2を印加するようになっている。

【0073】

例えば、第n周期では、時刻t1で赤（R）成分に対するシャッターパルスSHを印加し、その微小時間後の時刻t2で転送ゲートパルスPVを印加する。この露光および転送に対する電荷読出しは、時刻t2～t2'間で垂直転送パルスV1、V2および読出しクロックH1、H2によって前述と同様に実施される。これにより第x駒のモノクローム信号が出力される。また、時刻t1から1/3周期遅れた時刻t3で緑（G）成分に対するシャッターパルスSHを印加し、その微小時間後の時刻t4で転送ゲートパルスPVを印加する。この露光および転送に対する電荷読出しは、時刻t4～t4'間で垂直転送パルスV1、V2および読出しクロックH1、H2によって前述と同様に実施される。これにより第x+1駒のモノクローム信号が出力される。さらに、時刻t3から1/3周期遅れた時刻t5で青（B）成分に対するシャッターパルスSHを印加し、その微小時間後の時刻t6で転送ゲートパルスPVを印加する。この露光および転送に対する電荷読出しは、時刻t6 40 50

～ t_6 間で垂直転送パルス V_1 、 V_2 および読出しクロック H_1 、 H_2 によって前述と同様に実施される。これにより第 $x+2$ 駒のモノクローム信号が出力される。以下、この一連の処理が順に繰り返される。

【0074】

処理回路13は $1/3$ 周期ずつずれて出力される各原色成分の信号をモノクローム信号として扱い、モノクロ映像のモニタ14に出力し、表示させる。

【0075】

この結果、撮像速度が従来のモノクロ撮像に比べて3倍になり（3倍速）、著しい高速化が図られるから、動態解析の時間分解能を著しく向上させることができる。

【0076】

なお、上述した実施形態において、各色成分に対する露光後の駒読出し期間は垂直転送パルス V_1 、 V_2 および読出しクロック H_1 、 H_2 の周波数を変えて、各フレーム周期の $2/3$ に相当する期間で行うようにしてもよい。例えば第 x 駒の場合の読出し期間は $t_2 \sim T_6$ の期間に設定できる。

【0077】

またなお、この第2の実施形態に係る多板式撮像装置において、各原色成分抽出用のR、G、Bフィルタ22a、22b、22c（図1参照）を取り外す構成にしてもよい。これにより、3分割されて撮像素子23a、23b、23cに入射する光には全色成分が含まれるから、撮像信号間の輝度上のバランスが良好な高品質のモノクロ像を提供することができる。

【0078】

さらに、第2の実施形態に係る位相差方式の多板式撮像装置を多重記録型の装置に変形することもできる。例えば、入射光を2分割し、この分割光をフィルタを介さずに2個のCCD型撮像素子に個々に入射させる構造を備え、その内の一方の撮像素子で、例えば図9中の時刻 $t_1 \sim t_2$ 間、 $t_3 \sim t_4$ 間、および $t_5 \sim t_6$ 間で多重露光・電荷転送し、時刻 t_6 以降の1周期で読み出す。もう一方の撮像素子で、例えば図9中の時刻 $t_7 \sim t_8$ 間、 $t_9 \sim t_{10}$ 間、および $t_{11} \sim t_{12}$ 間で多重露光・電荷転送し、時刻 t_{12} 以降の1周期で読み出す。このように1周期ずつ位相をずらしながら多重露光を行うことで、従来の単板式CCDカメラによる多重記録に比べて撮像速度が2倍で、かつ、全周期で多重記録できる撮像装置を提供できる。この多重記録（露光）に係る変形構成は、入射光を3分割した各光を受ける3個の撮像素子でも適宜に実施できる。

【0079】

第3の実施形態

第3の実施の形態を図10を参照して説明する。第3の実施形態に係る多板式撮像装置は、電子シャッタ機能を駆使した撮像の高速化に関する。

【0080】

この実施形態の多板式撮像装置における駆動回路12の読出しコントローラ43は、図10に示すタイミングで露光および電荷読出しを制御する。この制御では多重露光を行わないが、例えばモノクロ撮像の超高速化を目的とする。

【0081】

図10に示す如く、CCD型撮像素子23a～23cに対するゲートパルス（電子シャッタパルスSHおよび転送ゲートパルスPV）は、前述のように $1/3$ 周期ではなく、素子間で交互に且つ連続的になるように印加される。すなわち、ある撮像素子23aに対する電子シャッタパルスSHおよび転送ゲートパルスPVによる露光が終わると（例えば時刻 $t_1 \sim t_2$ ）、その終了時刻 t_2 のタイミングで次の撮像素子23bに対する同様の露光が開始される（時刻 $t_2 \sim t_3$ ）。さらに、その終了時刻 t_3 には次の撮像素子23cに対する同様の露光が開始される（時刻 $t_3 \sim t_4$ ）。この連続露光は、各周期毎に繰り返される。この露光による蓄積電荷は、例えば図8のときと同様に、転送ゲートパルスの印加後の一定期間に読み出される。

【0082】

このように撮像素子23a～23cの電子シャッタパルスSHおよび転送ゲートパルスPVの印加タイミングを調整して全体の露光時間を短くすることができ、これにより撮像素子23a～23cの露光間隔を「1／露光期間」に短縮できる。つまり、多重記録ではないが、センサ数に対応した高速度撮像を実現できる。この撮影速度は、露光期間を秒で表すと、「1／露光期間（駒／秒）」と超高速になる。

【0083】

第4の実施形態

第4の実施の形態を図11を参照して説明する。第4の実施形態に係る多板式撮像装置も、電子シャッタ機能を駆使した撮像の多重記録化および高速化に関する。

【0084】

この実施形態の多板式撮像装置における駆動回路12の読出しコントローラ43は、図11に示すタイミングで露光および電荷読出しを制御する。この制御では多重露光を行い、かつ、例えばモノクロ撮像の高速化を行う。

【0085】

この図11のタイミング制御によれば、前述した図10で説明した「素子間の交互かつ連続する露光」が、同一の第nフレームにおいて2回実施される（露光期間#1，#2参照）。そして、次の周期で、その2回露光（多重露光）による蓄積電荷が撮像素子23a，23b，23cそれぞれにて読み出される。さらに、次の周期は第n+1フレームに相当するが、この周期では第nフレームのときと同様に2回露光が撮像素子間で交互かつ連続して実施される。

【0086】

このため、多重露光により撮像枚数を補うことができ、しかも高速に撮像でき、動態観察をより詳細に実施できるという利点がある。

【0087】

なお、第3および第4の実施形態の多板式撮像装置は、カラーフィルタを用いないで実施できる。また、撮像素子の数も、2個または4個以上で実施することもできる。さらに、この第3および第4の実施形態で得られる3つの撮像信号はその位相が互いに近いから、動きが比較的遅い被写体に対しては、そのままでもカラー処理できる利点がある。被写体の動きが速い場合には適宜な補正処理を加えることで、カラー化も可能になる。

【0088】

またなお、本発明に係るCCD型撮像素子は、上述した実施形態で説明した素子のようには、読出し用水平転送路が受光面の片側に1本在る構成のものに限定されるものではない。例えば、高速読出し型として用いられる、水平転送路を片側に並列に複数本配した構成の素子や、水平転送路を受光面の両サイドに分割して1本ずつまたは複数本ずつ配置する構成の素子を用いて本発明を実施し、高速撮像度をさらに向上させるようにしてもよい。

【0089】

また、本発明に用いる撮像素子はフレーム・インターライン・トランスファ型CCDであってもよい。

【0090】

本発明は、前述した実施形態およびその変形例に記載のものに限定されることなく、請求項記載の発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜に変形可能である。

【0091】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明にかかる多板式撮像装置は、電子シャッタ機能および転送機能による露光タイミングを改善することにより、映像の画質を維持しながら、撮像速度をより高速化または超高速化した撮像装置を提供することができる。また、これらの利点を享受しながら、同時に、多重記録を行うことができ、被写体の各種の動態解析に威力を発揮できる。さらに、既存の3板式CCDカラーカメラなどに容易に搭載でき、従来のカラー撮像機能と本発明による撮像機能とを併せて持たせることができるから、多板式撮像装置の撮像機能の多様化、豊富化を図る手段としても非常に有効になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に係る多板式撮像装置の構成例を示す概略ブロック図。

【図 2】第 1 の実施形態における C C D 型撮像素子の素子構成の概念を示す図。

【図 3】電子シャッタ機能を説明するために示した C C D 型撮像素子の断面の一例を示す図。

【図 4】第 1 の実施形態におけるカラー多重記録モード時の多重露光および読出しの制御例の概略を示すタイミングチャート。

【図 5】第 1 の実施形態における高速多重記録モード時の多重露光および読出しの制御例の概略を示すタイミングチャート。

【図 6】多重記録の概念を示す説明図。

10

【図 7】第 1 の実施形態の変形例に係わる多板式撮像装置の構成例を示す概略ブロック図。

【図 8】第 2 の実施形態に係る多板式撮像装置により実行される高速撮像の一例を示すタイミングチャート。

【図 9】第 2 の実施形態の変形例に係る多板式撮像装置により実行される高速撮像の一例を示すタイミングチャート。

【図 10】第 3 の実施形態に係る多板式撮像装置により実行される高速撮像の一例を示すタイミングチャート。

【図 11】第 4 の実施形態に係る多板式撮像装置により実行される高速撮像の一例を示すタイミングチャート。

20

【符号の説明】

1 1 撮像部

1 1 a 対物レンズ

1 1 b センサ部

1 2 駆動回路

1 3 処理回路

1 4 モニタ

2 1 プリズム

2 2 a, 2 2 b, 2 2 c カラーフィルタ（撮像体）

2 3 a, 2 3 b, 2 3 c C C D 型撮像素子（センサ、撮像体）

30

3 1 フォトダイオード（受光部）

3 2 垂直転送 C C D（蓄積部、垂直転送路）

3 3 水平転送 C C D（水平転送路）

4 1 クロック発生器

4 2 モード切換スイッチ

4 3 読出しコントローラ

5 4 映像プロセッサ

6 0 半透過プリズム

S H 電子シャッタパルス

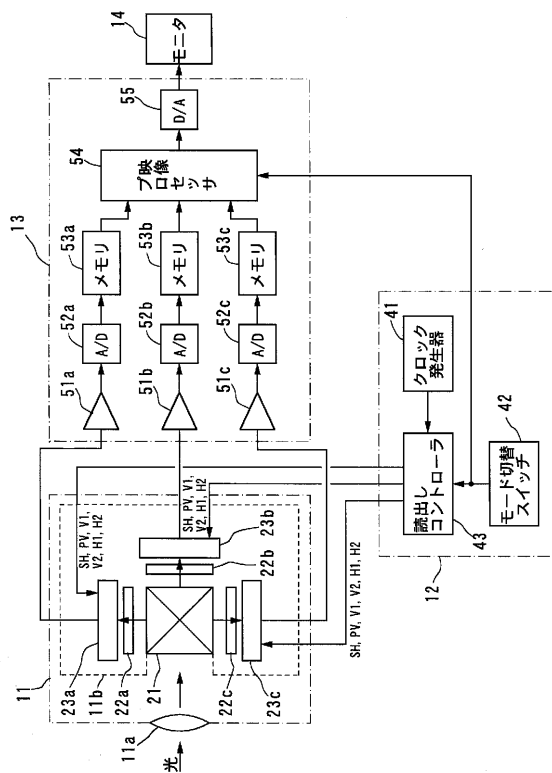
P V 転送パルス

40

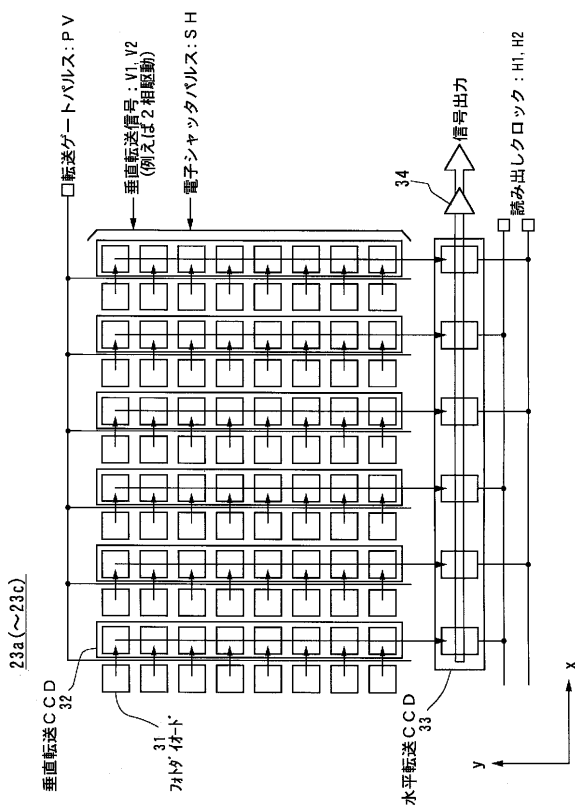
V 1, V 2 垂直転送パルス

H 1, H 2 読出しクロック（水平転送パルス）

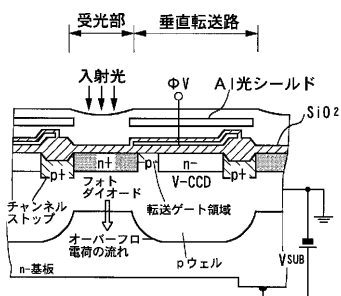
【図 1】



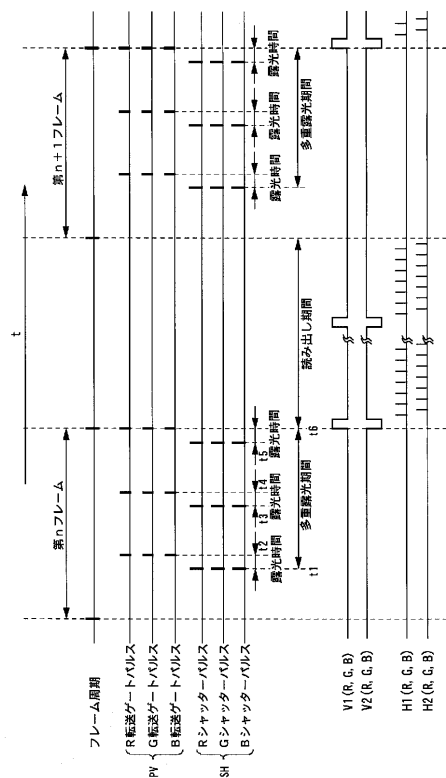
【図 2】



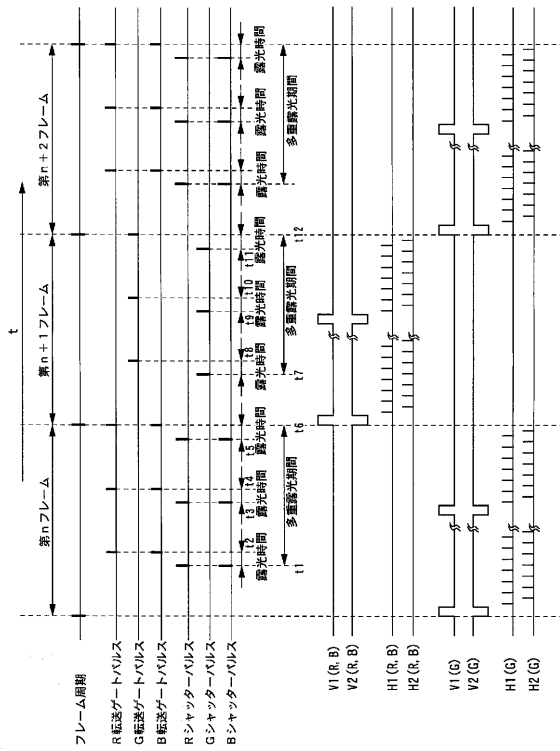
【 図 3 】



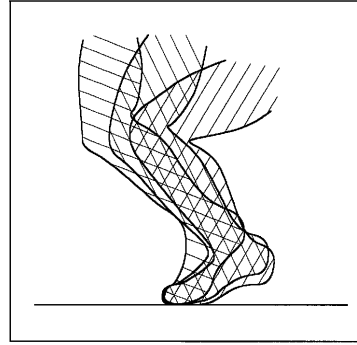
【图 4】



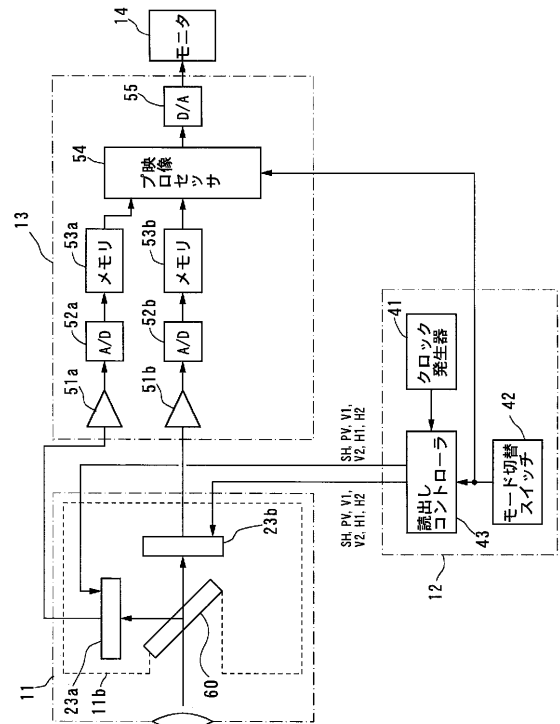
【図 5】



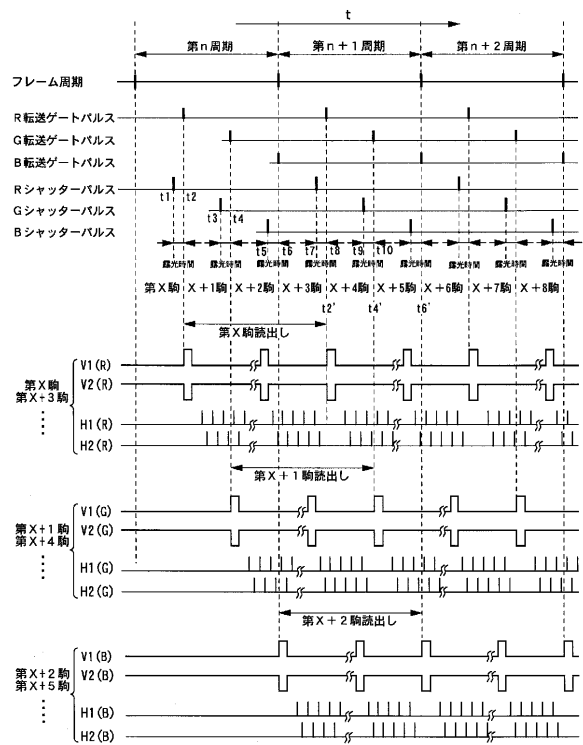
【図 6】



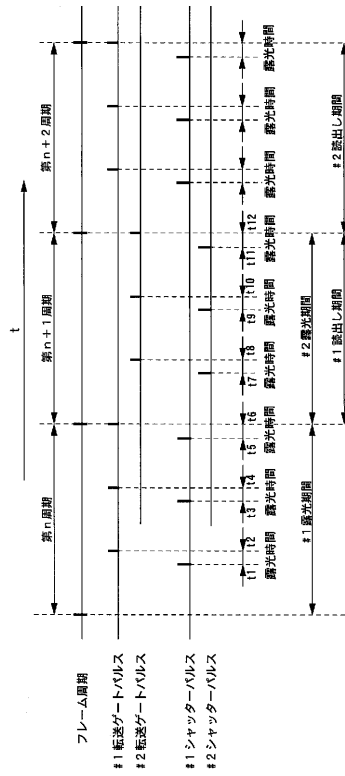
【図 7】



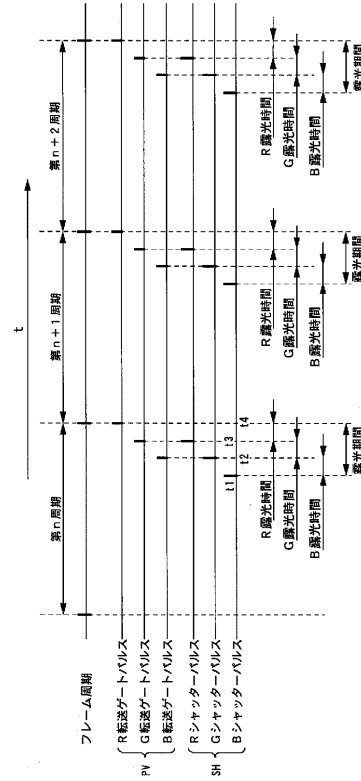
【図 8】



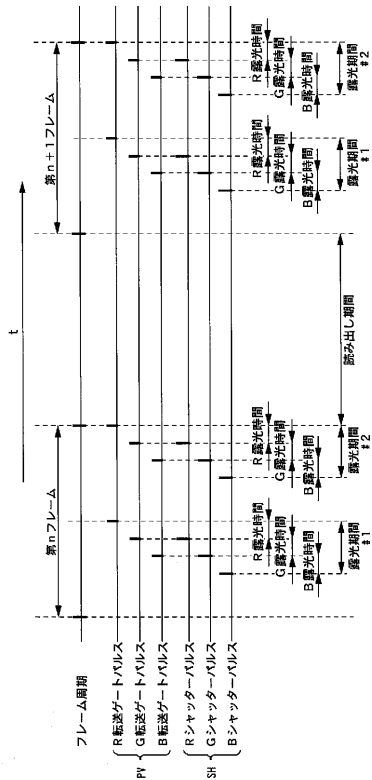
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 三井 健司

東京都渋谷区渋谷一丁目9番8号 株式会社 フォトロン内

審査官 渡邊 聡

(56)参考文献 特開平09-294270 (JP, A)

特開平05-191711 (JP, A)

特開平06-022320 (JP, A)

特開平01-305781 (JP, A)

特開昭63-261966 (JP, A)

特開平09-083876 (JP, A)

特開平05-110956 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/09

H04N 5/30-5/335

H04N 5/225-5/257