

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3801616号

(P3801616)

(45) 発行日 平成18年7月26日(2006.7.26)

(24) 登録日 平成18年5月12日(2006.5.12)

(51) Int. Cl. F I
HO4N 5/232 (2006.01) HO4N 5/232 Z

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-506456 (P2005-506456)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成16年4月27日(2004.4.27)		松下電器産業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/006071		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02004/107739	(74) 代理人	100109210
(87) 国際公開日	平成16年12月9日(2004.12.9)		弁理士 新居 広守
審査請求日	平成17年8月2日(2005.8.2)	(72) 発明者	青木 勝司
(31) 優先権主張番号	特願2003-152531 (P2003-152531)		日本国奈良県奈良市西大寺国見町1丁目4番3-303号
(32) 優先日	平成15年5月29日(2003.5.29)	(72) 発明者	金森 克洋
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国奈良県奈良市西大寺国見町1丁目4番3-209号
早期審査対象出願		審査官	関谷 隆一
		(56) 参考文献	特開平07-264465 (JP, A) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一定周期で光量に変化する光源が設けられた空間において移動する対象物を複数の撮像装置を用いて同期して撮影するシステムにおける撮像装置であって、

前記光源からの光を受光し、電気信号に変換する光源検出手段と、

前記光源検出手段からの電気信号に同期する信号を生成し、駆動信号として出力する駆動信号生成手段と、

前記対象物を撮像する撮像手段と、

前記撮像手段から出力される信号に基づいて、前記駆動信号に同期したピクチャ列からなる映像信号を生成する信号処理手段と

を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

前記駆動信号生成手段は、

前記光源検出手段からの電気信号と前記駆動信号との位相差を検出する位相差検出部と、

検出された位相差が予め定められた値になるように、前記駆動信号の位相調整を行う位相調整部とを有する

ことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】

前記駆動信号生成手段は、前記光源の光量に変化する周期の $1/K$ (K は自然数) の周

期となる信号を生成し、生成した信号を前記駆動信号として出力することを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記光源検出手段と前記撮像手段とは、同一の撮像素子であることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記光源検出手段は、前記駆動信号の周期時間だけ前記光源の光を蓄積し、蓄積した光の量に比例するレベルをもつ電気信号を前記駆動信号の周期時間毎に出力し、前記駆動信号生成手段は、前記光源検出手段からの電気信号の振幅が最大となるように、前記駆動信号の位相調整を行う最大振幅検出部を有することを特徴とする請求の範囲 1 記載の撮像装置。

10

【請求項 6】

前記光源検出手段は、2 次元的に受光素子が配列された撮像素子であり、前記撮像装置はさらに、前記撮像素子のうち、前記光源が撮像された領域を光源領域として設定する光源領域設定手段を備え、前記駆動信号生成手段は、前記光源領域設定手段で設定された光源領域の受光素子からの電気信号に基づいて、前記駆動信号を生成することを特徴とする請求の範囲 1 記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記光源領域設定部は、前記受光素子のうち、予め定められたレベル以上の電気信号を出力する受光素子を含む領域を前記光源領域として設定することを特徴とする請求項 6 記載の撮像装置。

20

【請求項 8】

前記撮像装置はさらに、前記光源検出手段からの電気信号に同期する信号を生成することができたか否かを判断し、その判断結果に応じて、前記信号処理手段により生成された映像信号又は無信号を選択し、選択した信号を出力する映像信号選択手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記駆動信号生成手段は、前記光源検出手段からの電気信号に同期するように前記駆動信号の位相調整を行う位相調整部を有し、前記映像信号選択手段は、前記位相調整部での位相調整量が 0 である場合に前記映像信号を選択し、0 でない場合に前記無信号を選択することを特徴とする請求項 8 記載の撮像装置。

30

【請求項 10】

一定周期で光量に変化する光源が設けられた空間において移動する対象物を複数の撮像装置を用いて同期して撮影するシステムにおける撮像方法であって、前記光源からの光を受光し、電気信号に変換する光源検出ステップと、前記光源検出ステップで得られた電気信号に同期する信号を生成し、駆動信号として出力する駆動信号生成ステップと、前記対象物を撮像する撮像ステップと、撮像ステップで得られた信号に基づいて、前記駆動信号に同期したピクチャ列からなる映像信号を生成する信号処理ステップとを含むことを特徴とする撮像方法。

40

【請求項 11】

一定周期で光量に変化する光源が設けられた空間において移動する対象物を複数の撮像装置を用いて同期して撮影するシステムにおける撮像装置のためのプログラムであって、請求項 10 記載の撮像方法に記載されたステップをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 12】

複数の撮像装置を用いて同一の対象物を同期して撮像する方法であって、

50

一定周期で光量に変化する光源を設け、前記複数の撮像装置が前記光量の変化に同期させて前記対象物を撮像する

ことを特徴とする撮像方法。

【請求項13】

前記複数の撮像装置は、同一の撮像素子を用いて、前記光量の変化を検知するとともに前記対象物を撮像する

ことを特徴とする請求の範囲12記載の撮像方法。

【請求項14】

前記光源を前記対象物に装着させておく

ことを特徴とする請求の範囲12記載の撮像方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に関し、特に、複数の撮像装置を用いて同一の対象物を同期して撮像する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

車両、ロボット、動物等の移動体の位置や距離を測定する技術の一つとして、複数台の撮像装置を用いて、撮影タイミングを同期させて異なる角度から同一の対象物を撮影することが行われる。各撮像装置のレンズの焦点距離、撮像装置間の距離等のパラメータから、三角測量の原理で各撮像装置から対象物までの距離等が求まるからである。なお、「撮影タイミングが同期している」とは、第1の撮像装置で得られるピクチャと第2の撮像装置で得られるピクチャとが同一の時刻に撮影される(サンプリングされる)ことをいう。

20

【0003】

従来、このような複数台の撮像装置による同期撮影の技術として、特開2000-341719号公報に記載されたステレオカメラ等がある。

【0004】

図1は、上記従来ステレオカメラの構成を示す図である。

図1において、レンズ701-1~2は、集光した光を結像させるものであり、撮像素子702-1~2は、レンズ701-1~2が結像させた光を電気信号に変換するものであり、信号処理部703-1~2は、撮像素子702-1~2が出力する電気信号を映像信号に変換するものであり、駆動信号発生部704は、撮像素子702-1~2及び信号処理部703-1~2を駆動する駆動信号を発生するものであり、撮像部705-1は、レンズ701-1、撮像素子702-1、信号処理部703-1、駆動信号発生部704から構成されるものであり、撮像部705-2は、レンズ701-2、撮像素子702-2、信号処理部703-2から構成されるものであり、画像処理部706は、撮像部705-1~2が出力する映像信号を画像処理するものである。

30

【0005】

ここで、撮像部705-1~2において、レンズ701-1~2が結像させた光は、駆動信号発生部704が発生した駆動信号により駆動する撮像素子702-1~2において電気信号に変換される。撮像素子702-1~2において変換された電気信号は、駆動信号発生部704が発生した駆動信号により駆動される信号処理部703-1~2において映像信号に変換される。信号処理部703-1~2において変換された映像信号は、画像処理部706に入力され、画像処理部706が、映像信号に含まれる画像に画像処理を施す。

40

【0006】

このように、従来技術によれば、撮像部705-1~2に共通の駆動信号発生部704が発生した駆動信号が、撮像素子702-1~2及び信号処理部703-1~2を駆動するため、撮像部705-1~2の撮影タイミングは同期している。

【0007】

50

しかしながら、このような従来の技術では、駆動信号発生部が発生する駆動信号を各撮像部に供給する信号線が必要とされ、撮像部の台数がQ台(Qは自然数)あれば、同期信号や駆動信号を各撮像部に供給するQ本の信号線が必要であり、各撮像部の距離が離れるほど、信号線の長さも長くなり、コスト負荷及び設置負荷が大きという問題がある。特に、例えば、サッカー競技場において選手を撮影する場合のように、広い空間に多数の撮像部を設置する場合には、上記同期信号や駆動信号を全ての撮像部に分配して接続しておく必要があり、大きな費用とケーブル敷設作業が発生する。

【発明の開示】

【0008】

そこで、本発明は、従来の撮像タイミングの同期した撮像装置に比べ、コスト負荷及び設置負荷が小さい撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】

上記目的を達成するために、本発明に係る撮像装置は、光源から入射される光量の時間変化の位相を基準として、撮影素子に変換出力する電気信号を映像信号に変換して出力する信号処理部を駆動する駆動信号の位相を調整するものである。これによって、複数の撮像部の撮影タイミングが同期する為、複数の撮影部に共通の駆動信号発生部が出力する駆動信号を、複数の撮像部に供給するための信号線を省くことができ、従来に比べコスト負荷及び設置負荷が小さい撮像装置を提供することができる。

【0010】

つまり、本発明に係る撮像装置は、一定周期で光量に変化する光源が設けられた空間において移動する対象物を撮影する撮像装置であって、前記光源からの光を受光し、電気信号に変換する光源検出手段と、前記光源検出手段からの電気信号に同期する信号を生成し、駆動信号として出力する駆動信号生成手段と、前記対象物を撮像する撮像手段と、前記撮像手段から出力される信号に基づいて、前記駆動信号に同期したピクチャ列からなる映像信号を生成する信号処理手段とを備えることを特徴とする。これによって、複数の撮像装置が、1つの光源からの光量の変化に同期して対象物を撮像することで、ケーブル等を用いることなく、複数の撮像装置による同期撮像が可能となる。

【0011】

ここで、複数の撮像装置による撮像タイミングを完全に一致させる方法として、例えば、前記駆動信号生成手段が、前記光源検出手段からの電気信号と前記駆動信号との位相差を検出する位相差検出部と、検出された位相差が予め定められた値になるように、前記駆動信号の位相調整を行う位相調整部とを有するように構成してもよい。このとき、前記駆動信号生成手段は、前記光源の光量に変化する周期の $1/K$ (Kは自然数)の周期となる信号を生成し、生成した信号を前記駆動信号として出力してもよい。また、別の方法として、前記光源検出手段が、前記駆動信号の周期時間だけ前記光源の光を蓄積し、蓄積した光の量に比例するレベルをもつ電気信号を前記駆動信号の周期時間毎に出力するCCD等の場合には、前記駆動信号生成手段は、前記光源検出手段からの電気信号の振幅が最大となるように、前記駆動信号の位相調整を行う最大振幅検出部を有するように構成してもよい。

【0012】

なお、前記光源検出手段と前記撮像手段とは、同一の撮像素子であってもよい。これによって、光源の光量変化を検出するための特別なセンサが不要となる。

【0013】

また、前記光源検出手段は、2次元的に受光素子が配列された撮像素子であり、前記撮像装置はさらに、前記撮像素子のうち、前記光源が撮像された領域を光源領域として設定する光源領域設定手段を備え、前記駆動信号生成手段は、前記光源領域設定手段で設定された光源領域の受光素子からの電気信号に基づいて、前記駆動信号を生成してもよい。このとき、前記光源領域設定部は、例えば、前記受光素子のうち、予め定められたレベル以上の電気信号を出力する受光素子を含む領域を前記光源領域として設定する。これによって、光源が撮像されている領域からの電気信号だけに基づいて駆動信号が生成されるので

10

20

30

40

50

、光源以外の光の影響が除かれ、より確実な同期合わせが可能となる。

【0014】

また、前記撮像装置はさらに、前記光源検出手段からの電気信号に同期する信号を生成することができたか否かを判断し、その判断結果に応じて、前記信号処理手段により生成された映像信号又は無信号を選択し、選択した信号を出力する映像信号選択手段を備えてもよい。具体的には、前記駆動信号生成手段は、前記光源検出手段からの電気信号に同期するように前記駆動信号の位相調整を行う位相調整部を有し、前記映像信号選択手段は、前記位相調整部での位相調整量が0である場合に前記映像信号を選択し、0でない場合に前記無信号を選択してもよい。これによって、複数の撮像装置からの映像信号を処理する画像処理部において、光源の光によって撮影タイミングが同期し、更に、画像処理部が施す画像処理の対象である対象物が撮影され、かつ、同期が合わせられた撮像装置からの画像のみに対して画像処理を施すことが可能になる。

10

【0015】

なお、本発明は、このような撮像装置として実現することができるだけでなく、撮像装置における制御手順をステップとする撮像方法として実現したり、そのようなステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。そして、そのプログラムをインターネット等の伝送媒体やCD-ROM等の記録媒体を介して配信することができるのは言うまでもない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

20

(第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態における撮像装置について以下に説明する。

【0017】

図2は第1の実施の形態における撮像装置の構成図である。図2において、レンズ101-1~p(pは自然数)は、集光した光を結像させるものであり、撮像素子102-1~pは、フォトランジスタのような、駆動信号が不要であり、光の蓄積時間がなく、リアルタイムにレンズ101-1~pが結像させた光量に比例したレベルの電気信号を出力するものであり、信号処理部103-1~pは、撮像素子102-1~pが出力する電気信号を映像信号に変換するものである。なお、信号処理部103-1~pは、映像信号への変換に際して、駆動信号発生部104-1~pからの撮影用駆動信号に同期したピクチャ列からなる映像信号を生成する。

30

【0018】

また、駆動信号発生部104-1~pは、周期 T_1 の撮影用駆動信号を発生し、信号処理部103-1~pを駆動するものであり、光源用駆動信号発生部110は、周期 T_1 の撮影用駆動信号のK倍の周期である周期 T_2 の光源用駆動信号を発生し(Kは自然数)、光源109を駆動するものであり、位相差検出部105-1~pは、撮像素子102-1~pが出力する電気信号と駆動信号発生部104-1~pが発生する撮影用駆動信号との位相差を検出するものであり、位相差調整部106-1~pは、位相差検出部105-1~pから出力される位相差が複数の撮像部で共通な位相差目標値 T_1 に一致するまで、駆動信号発生部104-1~pの位相調整を行う位相調整信号を発生するものであり、光源109は、光源用駆動信号発生部110の発生する周期 T_2 の光源用駆動信号により光量が増加するものである。

40

【0019】

また、撮像部107-1~pは、レンズ101-1~p、撮像素子102-1~p、信号処理部103-1~p、駆動信号発生部104-1~p、位相差検出部105-1~p及び位相差調整部106-1~pを含む構成であり、画像処理部108は、撮像部107-1~pが出力する映像信号に画像処理を施すものである。

【0020】

図3は、第1の実施の形態における撮像装置のタイミングチャートである。図3におい

50

て、図3(a)は、光源109の発する光量の時間変化を示し、光源109は周期 T_1 の1倍の周期である周期 T_2 で光量が振幅している矩形波であり、図3(b)は、撮像素子102-1~pの出力する電気信号の時間変化を示すものであり、図3(c)は、駆動信号発生部104-1~pが発生する周期 T_1 の撮影用駆動信号の時間変化を示すものであり、図3(d)は、位相差検出部105-1~pが検出する位相差の時間変化を示すものである。

【0021】

第1の実施の形態における撮像装置の動作について、図2および図3を用いて以下に説明する。

【0022】

まず、光源109は、図3(a)に示すように周期 T_2 で光量が振幅しており、撮像部107-1~pに入射される。

【0023】

次に、撮像部107-1~pに入射された光源109が発する光は、レンズ101-1~pで結像され、撮像素子102-1~pにおいて電気信号に変換される。この為、図3(b)に示すように、光源109が発する光量と同じ位相をもつ電気信号が撮像素子102-1~pから出力される。

【0024】

次に、電気信号は、信号処理部103-1~p及び位相差検出部105-1~pに入力される。

【0025】

次に、位相差検出部105-1~pでは、入力した電気信号の位相と駆動信号発生部104-1~pが出力する撮影用駆動信号との位相差 T を検出する。ここでは、光量の周期 T_2 は、撮影用駆動信号の周期 T_1 の1倍であるため、各信号の立ち上がりの時間差を位相差とし、図3(d)に示すように、時刻 t_2 から t_3 の間が位相差 T となる。また、光量の周期 T_2 が、撮影用駆動信号の周期 T_1 の K 倍である場合は、 K 種類の位相差 T が算出されるが、最小の位相差 T を複数の撮像部107-1~pの撮影用駆動信号の位相とする。

【0026】

次に、位相差調整部106-1~pが、位相差 T を用いて撮影用駆動信号の位相を調整するための位相調整信号を出力する。図3(c)に示すように、時刻 t_3 から始まる撮影用駆動信号は、位相調整を行い、周期 $T_1 - T$ とすることで、時刻 t_6 で終了し、次の周期からは、撮像素子102-1~pの電気信号と位相が一致する。

【0027】

なお、図3(c)では、複数の撮像部107-1~pに共通な位相差目標値 $T_t = 0$ である場合を図示しているが、位相差 T が T_t であれば、撮像素子102-1~pの電気信号と駆動信号の位相が一致しなくても、位相調整を終了する。

【0028】

次に、駆動信号発生部104-1~pが、位相調整信号により位相を調整した撮影用駆動信号を発生させる。これにより、駆動信号発生部104-1~pは、光源109が発する光量の位相と一致した撮影用駆動信号を発生するため、光源109が入射される複数の撮像部107-1~pの撮影タイミングを同期することができる。つまり、信号処理部103-1~pは、いずれも、同一タイミングの撮影用駆動信号に同期したピクチャ列からなる映像信号を生成する。

【0029】

次に、画像処理部108が、撮像部107-1~pから入力された撮影タイミングの同期した映像信号に含まれる画像に対して画像処理を施す。

【0030】

以上のように、第1の実施の形態の撮像装置は、撮像部107-1~pに入射される光源109の振幅位相と撮像部107-1~pの撮影用駆動信号の位相とを一致させること

10

20

30

40

50

で、コスト負荷を増加する同期信号発生部を省略し、設置負荷を増加させる複数の撮像部 107-1~p の結線を削減することができる。

【0031】

なお、第1の実施の形態の撮像装置では、位相の検出に撮像素子 102-1~p の電気信号の立ち上がりエッジを用いたが、これに限定するものではない。

【0032】

また、第1の実施の形態の撮像装置では、光源 109 が発する光量の周期 T_2 を周期 T_1 の1倍の周期としたが、例えば、図4に示されるように、光源 109 が発する光量の周期 T_2 が周期 T_1 の K 倍 (K は自然数) としても、PLL (Phase Locked Loop) 回路等を用いることで、光源 109 が発した光量の位相を基準値として同期されるので、同様の作用が得られる。

10

【0033】

また、第1の実施の形態の撮像装置は、光源 109 が発する光がどのような経路で撮像部 107-1~p に入射されたかを規定するものではない。例えば、光源 109 が発する光が何かしらの物体などで反射され、その反射光が撮像部 107-1~p に入射されるのであれば、同様の作用が得られることはいうまでもない。

【0034】

また、第1の実施の形態の撮像装置では、光源 109 が発する光を受光するセンサと対象物を撮像するセンサとが同一 (撮像素子 102-1~p) であったが、図5に示されるように、光源 109 が発する光を受光する受光センサ 120-1~p と対象物を撮影する撮像素子 102-1~p とを別に設けてもよい。このときには、位相差検出部 105-1~p は、受光センサ 120-1~p からの電気信号と駆動信号発生部 104-1~p からの撮影用駆動信号との位相差を検出すればよい。

20

(第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態における撮像装置について説明する。第2の実施の形態では、撮像素子のタイプが第1の実施の形態と異なる。第1の実施の形態では、受光量に対応した電気信号をリアルタイムに出力する撮像素子が用いられたが、第2の実施の形態では、受光量に対応した電荷を一定時間だけ蓄積し、蓄積した電荷量に対応する電気信号を出力する撮像素子が用いられる。

【0035】

図6は、第2の実施の形態における撮像装置の構成図である。

30

図6において、撮像素子 201-1~p は、CCDのような、駆動信号を必要とし、駆動信号の周期時間だけ光を蓄積し、駆動信号の周期時間毎に蓄積した光の量に比例するレベルをもつ電気信号を出力するものであり、駆動信号発生部 203-1~p は、撮像素子 201-1~p 及び信号処理部 103-1~p を駆動させる周期 T_1 の撮影用駆動信号を発生するものである。光源用駆動信号発生部 206 は、光源 205 を駆動させる周期 T_1 の K 倍の周期である周期 T_2 の光源用駆動信号を発生するものである (K は自然数)。

【0036】

また、最大振幅検出部 202-1~p は、撮像素子 201-1~p が出力する電気信号の振幅を検出し、予め求められている最大振幅となるまで、駆動信号発生部 203-1~p が出力する撮影用駆動信号の位相を調整するものであり、光源 205 は、光源用駆動信号発生部 206 が出力する光源用駆動信号により駆動され、周期 T_2 で、光量に変化するものである。

40

【0037】

また、撮像部 204-1~p は、レンズ 101-1~p、撮像素子 201-1~p、信号処理部 103-1~p、駆動信号発生部 203-1~p、最大振幅検出部 202-1~p から構成されるものである。

【0038】

なお、レンズ 101-1~p、信号処理部 103-1~p 及び画像処理部 108 は第1の実施の形態と同様であるため、ここでの説明は省略する。

50

【 0 0 3 9 】

次に、第2の実施の形態における撮像装置の動作について詳細に説明する。

図7(a)は、光源205が発する光量の時間変化を示したものであり、縦軸は、光量であり、横軸は時刻を示し、図7(b)は、駆動信号発生部203-1~pが出力する撮影用駆動信号の時間変化を示したものであり、縦軸は、駆動信号レベルを示し、横軸は、時刻を示し、図7(c)は、撮像素子201-1~pが出力する電気信号の時間変化を示すものであり、縦軸が、電気信号の電圧値を示し、横軸が、時刻を示す。なお、縦軸の時刻は、図7(a)から(c)において共通である。

【 0 0 4 0 】

ここで、図7(a)の光量の振幅波形は、奇関数と定数値の加算で表される。周期を T_2 、直流波の振幅を A_0 、各正弦波の振幅を A_n とすると、光源205が発する光量の振幅波形は、以下の数1で表される光量の振幅波形 $f_L(t)$ をもつ。

【 0 0 4 1 】

【 数 1 】

$$f_L(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin\left(\frac{2\pi n}{T_2} t\right)$$

なお、周期 T_2 は周期 T_1 の2倍の周期として説明する。また、 N は光蓄積期間の番号を示すものである。

【 0 0 4 2 】

まず、上記数1に示す光量の振幅波形 $f_L(t)$ をもつ光源205が発する光量は、撮像部204-1~pに入射される。

【 0 0 4 3 】

次に、入射された光は、撮像部204-1~pのレンズ101-1~pで結像され、撮像素子201-1~pにおいて電気信号に変換される。

【 0 0 4 4 】

次に、撮像素子201-1~pは、周期 T_1 時間だけ光を蓄積し、周期 T_1 時間毎に蓄積した光量に比例する電圧値をもつ電気信号を出力する。この為、以下の数2で示される電気信号 $F(N)$ が撮像素子201-1~pから出力され、信号処理部103-1~p及び最大振幅検出部202-1~pに入力される。

【 0 0 4 5 】

【 数 2 】

$$\begin{aligned} F(N) &= \int_{NT_1+T_d}^{(N+1)T_1+T_d} f_L(t) dt = A_0 T_1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n T_2}{2\pi} \left\{ \cos\left(\frac{2\pi n}{T_2} ((N+1)T_1 + T_d)\right) - \cos\left(\frac{2\pi n}{T_2} (NT_1 + T_d)\right) \right\} \\ &= A_0 T_1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n T_2}{\pi} \sin\left(\frac{\pi n}{T_2} (2N+1)T_1 + \frac{2\pi n}{T_2} T_d\right) \sin\left(\frac{\pi n}{T_2} T_1\right) \\ &T_2 = 2T_1 \text{であるので} \\ &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+1)}{2} (2N+1) + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) \\ &\quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+3)}{2} (2N+1) + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \end{aligned}$$

次に、最大振幅検出部202-1~pは、入力された電気信号 $F(N)$ の振幅 A_{out} を検出する。

【 0 0 4 6 】

ここで、光蓄積期間 $N = 2a$ (a は正の整数) に蓄積した光の量に比例する電圧値をもつ電気信号 $F(2a)$ と、光蓄積期間 $N = 2a + 1$ に蓄積した光の量に比例するレベルをもつ電気信号 $F(2a + 1)$ に注目する。電気信号 $F(2a)$ は、以下の数 3 で表され、電気信号 $F(2a + 1)$ は、以下の数 4 で表され、これらはお互い交互に撮像素子 $201 - 1 \sim p$ から出力される電気信号である。なお、第 2 の実施の形態では、 $2a = 0$ であり、 $2a + 1 = 1$ である。

【 0 0 4 7 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
 F(2a) &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{(4a+1)\pi(4n+1)}{2} + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) \\
 &\quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{(4a+1)\pi(4n+3)}{2} + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(2n+1)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 + \cos\left(\frac{\pi T_d}{T_1}\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi}
 \end{aligned}$$

10

20

【 0 0 4 8 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned}
 F(2a+1) &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{(4a+3)\pi(4n+1)}{2} + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) \\
 &\quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{(4a+3)\pi(4n+3)}{2} + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(2n+1)}{T_1} T_d\right) \\
 &= A_0 T_1 - \cos\left(\frac{\pi T_d}{T_1}\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi}
 \end{aligned}$$

30

40

ここで、図 7 (a) の時刻 t_1 から t_6 までの光量は、図 7 (b) の光蓄積期間 $N = 0$ で撮像素子 $201 - 1 \sim p$ に蓄積され、撮像素子 $201 - 1 \sim p$ は、図 7 (c) の時刻 t_6 から t_{10} に蓄積した光量を電気信号として出力する。また、図 7 (a) の時刻 t_6 から t_{10} までの光量は、図 7 (b) の光蓄積期間 $N = 1$ で撮像素子 $201 - 1 \sim p$ に蓄積され、撮像素子 $201 - 1 \sim p$ は、図 7 (c) の時刻 t_{10} から t_{14} に蓄積した光量を

50

電気信号として出力する。

また、時間 $T_d = b \times T_1$ (b は正の整数) である場合に、電気信号 $F(2a)$ が最大値となり、電気信号 $F(2a+1)$ が最小値となるか、電気信号 $F(2a)$ が最小値となり、電気信号 $F(2a+1)$ が最大値となり、撮像素子 $201-1 \sim p$ から出力される電気信号は最大振幅幅をもつことになる。

【0049】

次に、検出された振幅 A_{out} から最大振幅 A_{max} を減算した振幅誤差 A を算出し、振幅誤差 A に対応した光源 205 の光量の時間変化と撮像部 204-1 ~ p の撮影用駆動信号との位相差を示す時間 T_d を算出する。

【0050】

ここで、振幅誤差 $A = 0$ である場合は、複数の撮像素子 $201-1 \sim p$ の電気信号の振幅の一致を示すため、撮影用駆動信号の位相の調整は不要となる。また、振幅誤差 $A = 0$ である場合は、位相差を示す時間 T_d を用いて撮影用駆動信号の周期 T_1 を短縮又は伸長する位相調整期間を設け、駆動信号の位相調整した後に、再度、撮像素子 $201-1 \sim p$ の電気信号の振幅 A_{out} を検出し、最大振幅 A_{max} と比較する。

【0051】

以上のように、第2の実施の形態は、光源 205 の光量を用いて複数の撮像部 $204-1 \sim p$ の位相を調整することにより、コスト負荷を大きくする同期信号発生部と、設置負荷を大きくする複数の撮像部 $204-1 \sim p$ への配線とを不要とすることができる。

【0052】

なお、本実施形態2の本発明の撮像装置では、光源 205 が発する光量の振幅波形を奇関数と定数値の加算で表される波形としたが、周期を T_2 、直流波の振幅を A_0 、各余弦波の振幅を A_n とする、以下の数5で示される偶関数と定数値の加算で表される波形であれば、撮像素子 $201-1 \sim p$ から出力される電気信号は、以下の数6、電気信号 $F(2a)$ は、以下の数7、電気信号 $F(2a+1)$ は、以下の数8で表される。

【0053】

【数5】

$$f_L(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{2\pi n}{T_2} t\right)$$

30

【0054】

【数6】

$$F(N) = \int_{NT_1+T_d}^{(N+1)T_1+T_d} f_L(t) dt = A_0 T_1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n T_2}{2\pi} \left\{ \sin\left(\frac{2\pi n}{T_2} ((N+1)T_1 + T_d)\right) - \sin\left(\frac{2\pi n}{T_2} (NT_1 + T_d)\right) \right\}$$

$$= A_0 T_1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n T_2}{\pi} \cos\left(\frac{\pi n}{T_2} (2N+1)T_1 + \frac{2\pi n}{T_2} T_d\right) \sin\left(\frac{\pi n}{T_2} T_1\right)$$

$T_2 = 2T_1$ であるので

$$= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+1)}{2} (2N+1) + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{\pi(4n+3)}{2} (2N+1) + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right)$$

40

【0055】

【数7】

$$\begin{aligned}
F(2a) &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{(4a+1)\pi(4n+1)}{2} + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) \\
&\quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{(4a+1)\pi(4n+3)}{2} + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(2n+1)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 - \sin\left(\frac{\pi T_d}{T_1}\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi}
\end{aligned} \tag{10}$$

【0056】

【数8】

20

$$\begin{aligned}
F(2a+1) &= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{(4a+3)\pi(4n+1)}{2} + \frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) \\
&\quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \cos\left(\frac{(4a+3)\pi(4n+3)}{2} + \frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+1)}{T_1} T_d\right) + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(4n+3)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(4n+3)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi(2n+1)}{T_1} T_d\right) \\
&= A_0 T_1 + \sin\left(\frac{\pi T_d}{T_1}\right) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2A_{(2n+1)} T_1}{\pi}
\end{aligned} \tag{30}$$

ここで、時間 $T_d = (b + \quad / 2) \times T_1$ である場合に、電気信号 $F(2a)$ が最大値となり、電気信号 $F(2a+1)$ が最小値となるか、電気信号 $F(2a)$ が最小値となり、電気信号 $F(2a+1)$ が最大値となり、撮像素子 201-1~p から出力される電気信号は最大振幅をもつことになる。

【0057】

また、第2の実施の形態は、光源 205 が発する光がどのような経路で撮像部 204-1~p に入射されたかを規定するものではない。例えば、光源 205 が発する光が何かしらの物体などで反射され、その反射光が撮像部 204-1~p に入射されるのであれば、本発明の撮像装置と同様の作用が得られることはいうまでもない。

(第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態における撮像装置について説明する。第3の実施の形態では、光源の光量を検知するのに、撮像素子全体からの電気信号を用いるのではなく、2次元に構成された撮像素子のうち、光源が撮影された一部の領域における撮像素子から

50

出力される電気信号を用いる点に特徴を有する。

【0058】

図8は第3の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。図8において、光源領域設定部501-1~pは、撮像素子201-1~pが出力する電気信号において、光源205が発する光が結像する領域を限定するものであり、撮像部502-1~pは、レンズ101-1~p、撮像素子201-1~p、信号処理部103-1~p、駆動信号発生部203-1~p、最大振幅検出部202-1~p及び光源領域設定部501-1~pを含む構成である。

【0059】

なお、レンズ101-1~p、撮像素子201-1~p、信号処理部103-1~p、駆動信号発生部203-1~p、最大振幅検出部202-1~p、画像処理部108、光源205及び光源用駆動信号発生部206は、第2の実施の形態と同様であるため、ここでの説明は省略する。

10

【0060】

第3の実施の形態における撮像装置の動作について、図8を用いて以下に説明する。

光源205が発する光が撮像素子201-1~pの一部に結像している場合、光源205が発する光ではない結像に対応する電気信号により位相差検出が乱され、その結果、撮像部502-1~pの位相調整に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、第3の実施の形態では、撮像素子201-1~pの出力する電気信号から、位相調整に不要な電気信号を取り除くことにより、位相調整の精度を向上している。

20

【0061】

光源領域設定部501-1~pは、光源205が発する光は、他の光の光量に比べ、光量が高いため、撮像素子201-1~pが出力する電気信号の中で、予め定めた電気信号レベル以上の領域を光源領域として設定する。たとえば、図9に示されるように、2次元に構成された受光素子からなる撮像素子201-1~pのうち、一定レベル以上の電気信号を出力する(間欠であってもよい)受光素子を含む矩形領域を特定し、特定された矩形領域から出力される電気信号を光源の光量に対応する電気信号として、最大振幅検出部202-1~pに出力する。

【0062】

最大振幅検出部202-1~pは、光源領域設定部501-1~pが設定した光源領域の電気信号から、第2の実施の形態と同様に光量の振幅を検出し、駆動信号発生部203-1~pの撮影用駆動信号の位相を調整することによって、複数の撮像部502-1~pの位相を調整することができる。

30

【0063】

以上のように、第3の実施の形態は、撮像素子201-1~pの出力する電気信号から光源205以外が発する光に対応する電気信号を取り除くことにより、光源205の光量の時間変化を正確に検出することができるため、複数の撮像部502-1~pの位相調整の精度を向上することができる。

【0064】

また、第3の実施の形態の本発明の撮像装置は、光源205が発する光がどのような経路で撮像部502-1~pに入射されたかを規定するものではない。例えば、光源205が発する光が何かしらの物体などで反射され、その反射光が撮像部502-1~pに入射されるのであれば、本発明の撮像装置と同様の作用が得られることはいうまでもない。

40

【0065】

また、第3の実施の形態の撮像装置では、第2の実施の形態の撮像装置に、光源領域設定部501-1~pを追加した構成としているが、第1の実施の形態の撮像装置に、光源領域設定部501-1~pを追加した構成としても、同様の効果を得ることができる。

(第4の実施の形態)

次に、本発明の第4の実施の形態における撮像装置について説明する。第4の実施の形態では、光源が対象物に装着されているために、対象物の向きや動き等によっては、複数

50

の撮像部全てが必ずしも光源を撮影できるとは限らないために、光源の光量変化に同期して撮影された場合にだけ、映像信号を出力するようにした点に特徴を有する。

【0066】

図10は、第4の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。図10において、対象物603は、光源205、駆動信号発生部203-1~pを含む構成であり、撮像部602-1~pの撮影対象であり、映像信号選択部601-1~pは、最大振幅検出部202-1~pが出力する位相調整信号から撮影用駆動信号の位相調整量を検出し、位相調整量が0である場合は、信号処理部103-1~pから入力される映像信号を選択し、位相調整量が0で無い場合は、無信号を選択するものである。

【0067】

また、撮像部602-1~pは、レンズ101-1~p、撮像素子201-1~p、信号処理部103-1~p、駆動信号発生部203-1~p、最大振幅検出部202-1~p及び映像信号選択部601-1~pを含む構成である。

【0068】

なお、レンズ101-1~p、撮像素子201-1~p、信号処理部103-1~p、駆動信号発生部203-1~p、最大振幅検出部202-1~p、画像処理部108、光源205及び光源用駆動信号発生部206は、第2の実施の形態と同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

【0069】

また、この第4の実施の形態では、光源205は、図11に示されるように、対象物(例えば、ロボット)の特定位置(例えば、胸)に装着されている。したがって、ロボットの向きや動きによっては、複数の撮像部602-1~pのいずれかは、光源205を撮影することができなくなる。そのために、この第4の実施の形態では、光源205からの光量変化に同期して撮影ができた撮像部からの映像信号だけを画像処理部108に出力するようにしている。

【0070】

図10に示す第4の実施の形態における撮像装置の動作について、図10を用いて以下に説明する。第4の実施の形態における撮像装置の位相調整の動作は、第2の実施の形態と同様であり、ここでの詳細な説明は省略する。

【0071】

まず、撮像素子201-1~pは、対象物603に備えられた光源205からの光量に対応した電気信号を出力し、最大振幅検出部202-1~pは、撮影用駆動信号の位相調整を行う。ここで、複数の撮像部602-1~pが広範囲に設置されている場合に、対象物603を撮影することのできる撮像部602-1~pから順に位相調整を行うことになる。

【0072】

次に、最大振幅検出部202-1~pが、撮像素子201-1~pの電気信号の振幅から撮影用駆動信号の位相を調整する位相調整信号を、駆動信号発生部203-1~p及び映像信号選択部601-1~pに出力する。

【0073】

次に、映像信号選択部601-1~pは、位相調整信号から撮影用駆動信号の位相調整量を検出し、位相調整量が0である場合は、撮像部602-1~pの撮影用駆動信号の位相調整が終了していることを示すため、信号処理部103-1~pの映像信号を画像処理部108に出力し、位相調整量が0でない場合は、撮像部602-1~pの撮影用駆動信号の位相調整が終了していないことを示すため、無信号を画像処理部108に出力する。

【0074】

このため、撮像部602-1~pが複数設置されている場合に、位相調整の終了した撮像部602-1~pから映像信号を画像処理部108に出力するため、設置した全ての撮像部602-1~pの位相調整が終了していなくとも、対象物603の画像処理を行うことが可能となる。

10

20

30

40

50

【0075】

以上のように、第4の実施の形態は、位相調整量に応じて、映像信号の出力を選択する映像信号選択部601-1~pを設けることにより、位相調整が終了した映像信号のみを撮像部602-1~pから出力することが可能となり、全ての撮像部602-1~pの位相調整が終了していなくとも、同期のとれた画像処理を行うことが可能となる。

【0076】

また、第4の実施の形態の撮像装置では、映像信号選択部601-1~pを第2の実施の形態の撮像装置に組み込んだ構成について説明したが、第1及び第3の実施の形態の撮像装置に組み込んだとしても、同様の効果が得られることはいうまでもない。

【0077】

以上、本発明に係る撮像装置について、第1~第4の実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。

【0078】

たとえば、上記実施の形態では、光源は、撮影対象物と同一視野内に設置されたが、異なる視野内に設置されてもよい。たとえば、図12に示されるように、撮影対象物がサッカー競技場である場合に、サッカー競技場の外に、一定周期で光量が変化する光源131を設置しておく。そして、一定時間間隔、あるいは、サッカー競技場を撮影する必要がない時に、各撮像部130-1~pは、撮影方向を変化させて、光源131を撮影し、同期合わせ(光源の光量変化と内部の撮影用駆動信号との同期合わせ)を行う。同期合わせが終了したら、再び、各撮像部130-1~pは、撮影方向を変化させて、サッカー競技場を撮影する。これによって、光源を撮影対象物の近くに設置しておく必要がなくなる。

【0079】

また、光源は、常時、光量を変化させている必要はない。たとえば、図12に示された撮像装置において、撮像部130-1と撮像部130-2とが光源131を撮影し、同期合わせをするときにだけ、光源131が一定周期で光量を変化させればよい。これによって、光源の発光に要する電力が節約される。

【0080】

以上のように本発明によれば、既知の周期で時間変化する光源を用いて複数の撮像部の駆動信号の位相調整を行うことにより、コスト負担を大きくする同期信号発生部を不要とし、更に、設置負担を大きくする複数の撮像装置間の配線を不要とし、複数の撮像部の撮影タイミングの同期をとることが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明は、ビデオカメラ等の撮像装置として、特に、複数の撮像装置を用いて同一の対象物を同期して撮像するのに適した撮像装置及び映像システム等として利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】図1は、従来の撮像装置の構成を示す図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。

【図3】図3(a)は、本発明の第1の実施の形態における光源の光量の時間変化を示す図であり、図3(b)は、本発明の第1の実施の形態における撮像素子の電気信号の時間変化を示す図であり、図3(c)本発明の第1の実施の形態における撮影用駆動信号の時間変化を示す図であり、図3(d)は、本発明の第1の実施の形態における位相差の時間変化を示す図である。

【図4】図4(a)~図(c)は、それぞれ、撮像用駆動信号の周期が光源の光量変化の周期の2倍となる場合における光源の光量の時間変化、撮像素子の電気信号及び撮像用駆動信号の時間変化を示す図である。

【図5】図5は、光源専用の受光センサが撮像素子と別個に設けられた撮像装置の構成例を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図6】図6は、本発明の第2の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。

【図7】図7(a)は、本発明の第2の実施の形態における光源の光量の時間変化を示す図であり、図7(b)は、本発明の第2の実施の形態における撮影用駆動信号の時間変化を示す図であり、図7(c)は、本発明の第2の実施の形態における撮像素子の電気信号の時間変化を示す図である。

【図8】図8は、本発明の第3の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。

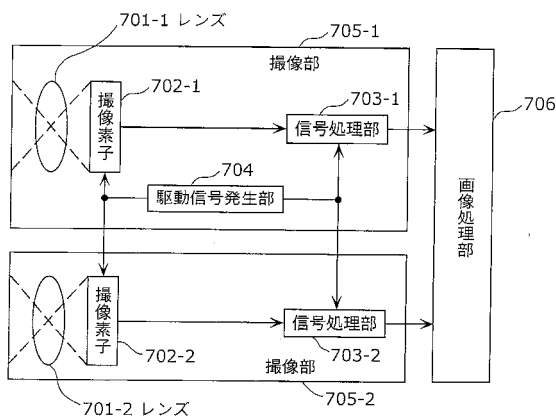
【図9】図9は、光源領域設定部による光源設定の例を示す図である。

【図10】図10は、本発明の第4の実施の形態における撮像装置の構成を示す図である。

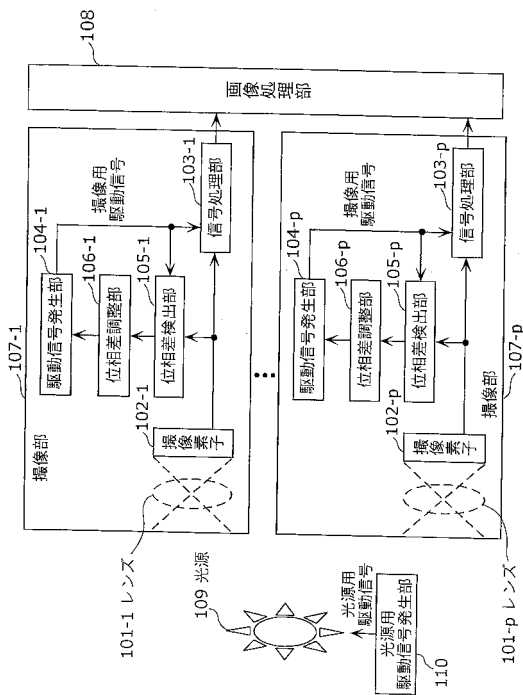
【図11】図11は、第4の実施の形態の適用例を示す図である。

【図12】図12は、本発明をサッカー競技場の撮影に適用した例を示す図である。

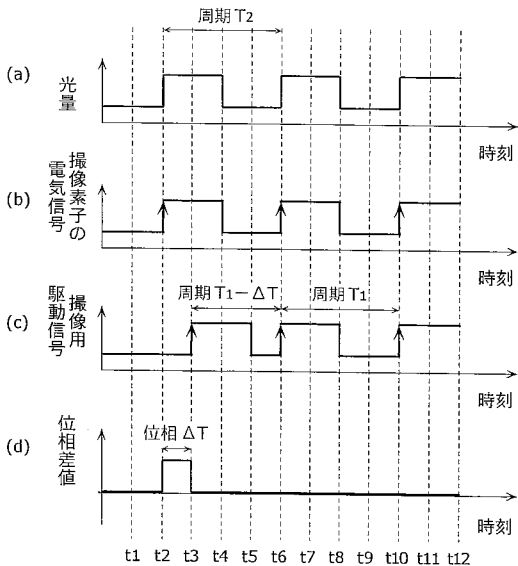
【図1】



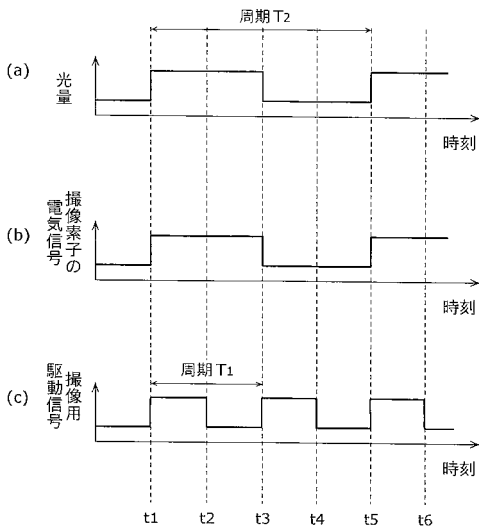
【図2】



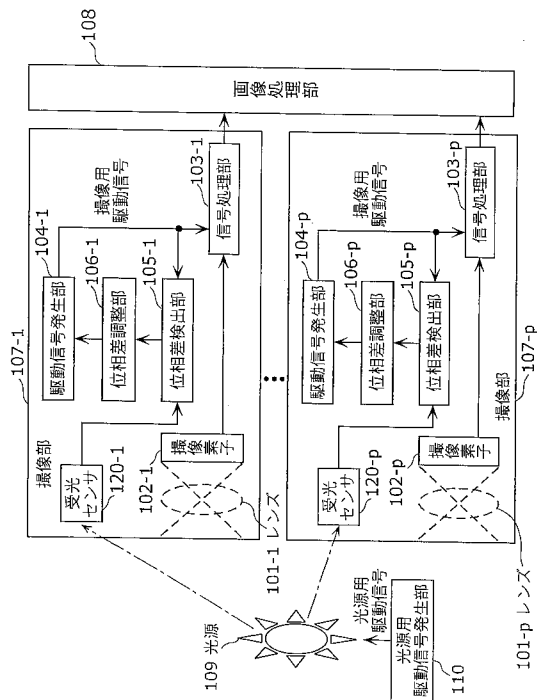
【 図 3 】



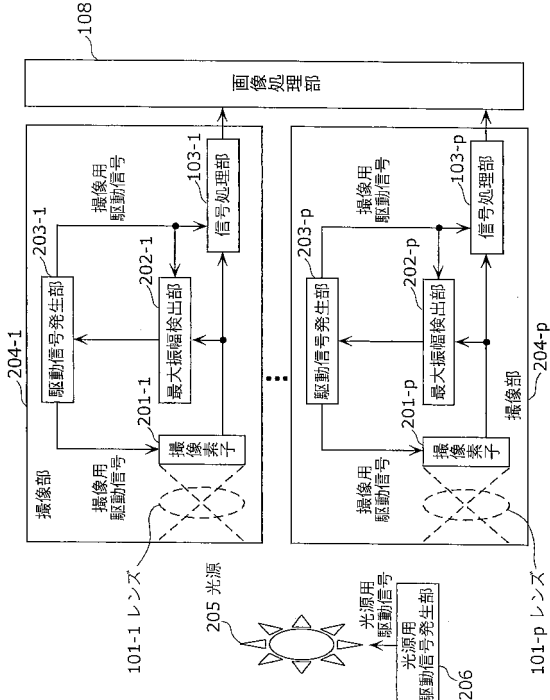
【 図 4 】



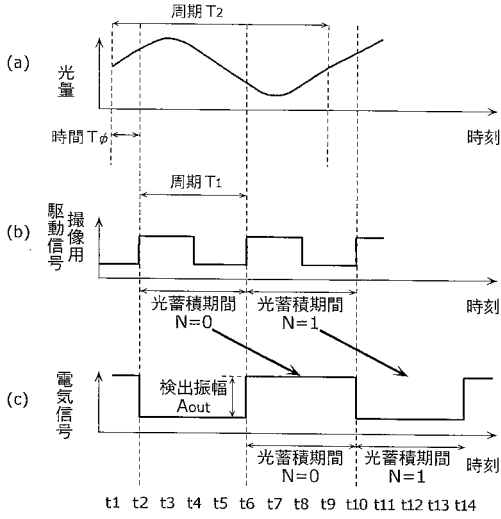
【 図 5 】



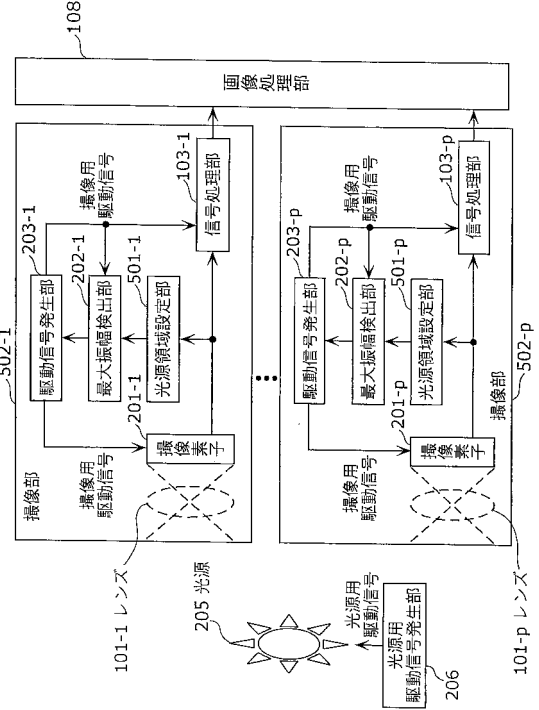
【 図 6 】



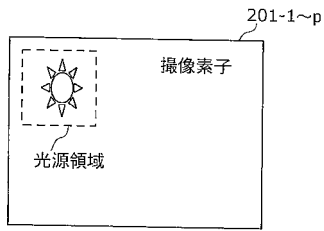
【 図 7 】



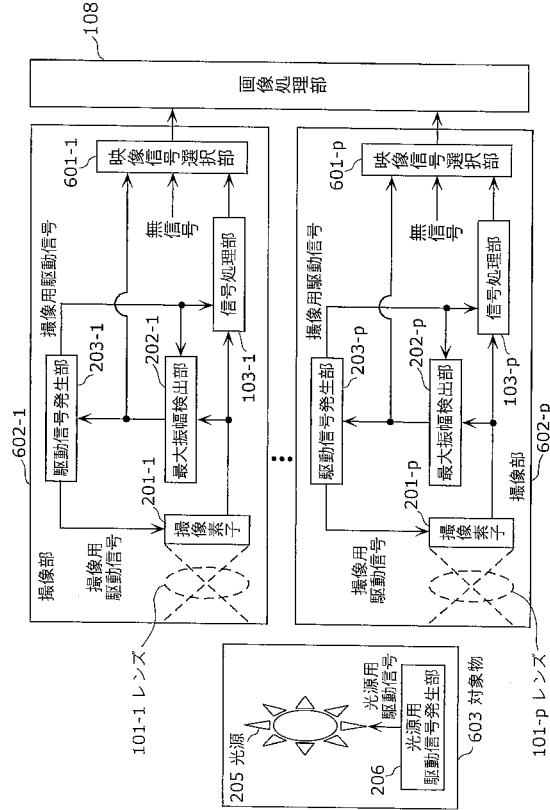
【 図 8 】



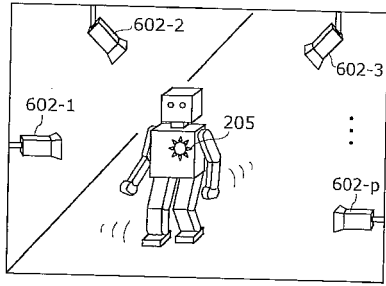
【 図 9 】



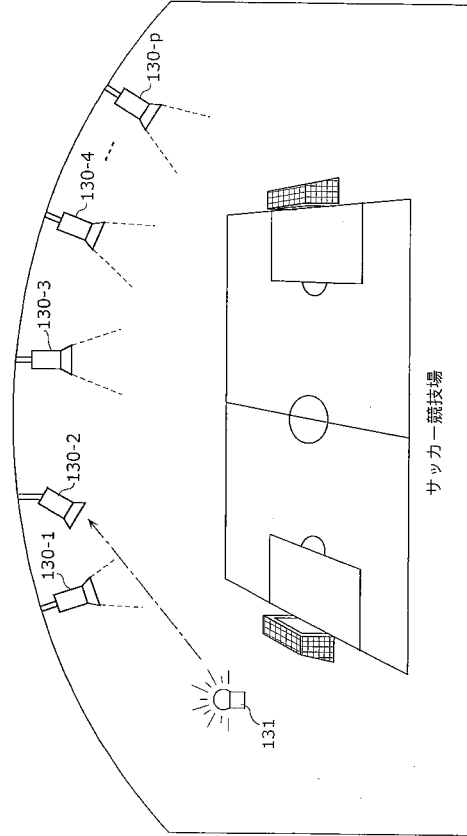
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04N 5/232