

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7120976号
(P7120976)

(45)発行日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(24)登録日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 1 P	3/36 (2006.01)	G 0 1 P	3/36	C
B 6 6 B	3/00 (2006.01)	B 6 6 B	3/00	R
B 6 6 B	11/02 (2006.01)	B 6 6 B	11/02	Z
G 0 1 B	11/00 (2006.01)	G 0 1 B	11/00	H

請求項の数 10 (全24頁)

(21)出願番号	特願2019-158403(P2019-158403)	(73)特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22)出願日	令和1年8月30日(2019.8.30)	(74)代理人	110002365 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-38929(P2021-38929A)	(72)発明者	大西 義人 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和3年3月11日(2021.3.11)	(72)発明者	井上 真輔 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和3年11月12日(2021.11.12)	(72)発明者	瀬尾 欣穂 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 計測装置、エレベータシステムおよび計測方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゲート信号を発生するタイミング制御部と、
前記ゲート信号に応答して、移動体の移動路に沿って配置された静止構造物を照明する光を送信する光送信部と、
前記静止構造物に相対向して配置され、前記静止構造物からの反射光を結像する結像部と、
撮像面を備え、前記ゲート信号に応答して、前記ゲート信号で規定される露光時間だけ、前記結像部により結像された反射光を前記撮像面に取り込み、取り込んだ反射光による光信号を電気信号に変換する撮像部と、
前記電気信号を画像として処理し、前記画像から前記移動体の移動に係る情報を算出する画像処理部と、を備え、
前記露光時間は、前記撮像面の空間分解能と前記移動体の最大移動速度との比から得られる時間よりも小さい値に設定され、
前記光送信部、前記結像部および前記撮像部は、前記移動体に配置され、
前記光送信部の光軸は、前記静止構造物の表面深さの勾配方向と前記結像部の光軸方向とによって張られる平面内に設けられ、かつ、前記静止構造物に対して斜方向に設けられている、
計測装置。

【請求項2】

前記光送信部から送信される光の前記静止構造物に対する入射角は、前記静止構造物の表面深さの傾斜角の2倍を180度から減算した角度である、

請求項1に記載の計測装置。

【請求項3】

前記画像処理部は、前記ゲート信号の発生周期に相当するフレーム周期で前記電気信号を順次に取り込み、取り込んだ各電気信号からフレーム毎の画像を生成し、生成した複数フレームの画像のうち第1のフレームの画像における第1の計測対象画像と、第2のフレームの画像における計測対象画像であって、前記第1の計測対象画像に対応した第2の計測対象画像との間に生じる、画像上のずれを算出し、算出したずれと、前記第1のフレームと前記第2のフレームとにおける時間差を示す時間との比から、前記移動体の移動速度を算出する、

10

請求項1に記載の計測装置。

【請求項4】

前記結像部は、前記静止構造物からの反射光を集光する第1のレンズと、前記反射光の光量を制限する絞りと、を備え、

前記絞りは、前記絞りの中心が前記第1のレンズの光軸と同一直線上に設けられ、かつ、前記第1のレンズの焦点位置に設けられている、

請求項1に記載の計測装置。

【請求項5】

前記結像部は、前記静止構造物からの反射光を集光する第1のレンズと、前記反射光の光量を制限する絞りと、前記絞りと前記撮像部との間に配置され、前記絞りにより光量が制限された反射光を集光する第2のレンズと、を備え、

20

前記絞りは、前記絞りの中心が前記第1のレンズの光軸と同一直線上に設けられ、かつ、前記第1のレンズの焦点位置に設けられ、

前記第2のレンズは、前記第2のレンズの光軸が前記第1のレンズの光軸と同一直線上に設けられている、

請求項1に記載の計測装置。

【請求項6】

前記光送信部は、光源と、前記光源からの光を集光して送信する第3のレンズとを含んで構成される、

30

請求項1に記載の計測装置。

【請求項7】

前記画像処理部は、前記画像と、前記静止構造物における絶対位置を示す基準画像とを比較し、前記画像と前記基準画像とが一致したことを条件に、前記移動体の位置を前記絶対位置にセットする、

請求項1に記載の計測装置。

【請求項8】

前記タイミング制御部は、前記光送信部と前記撮像部とに対して、同一のタイミングで第1のゲート信号を出力し、その後、前記撮像部に対して、前記第1のゲート信号とは異なるタイミングで第2のゲート信号を出力し、

40

前記光送信部は、前記第1のゲート信号にตอบสนองして、前記静止構造物を照明する光を送信し、

前記撮像部は、前記撮像面として、前記第1のゲート信号にตอบสนองして、前記結像部からの前記光の反射光を前記露光時間だけ取り込む第1の撮像面と、前記第2のゲート信号にตอบสนองして、前記結像部からの前記光の反射光を前記露光時間だけ取り込む第2の撮像面とを備え、

前記画像処理部は、前記第1の撮像面の電気信号と前記第2の撮像面の電気信号と前記露光時間とをもとに、前記光が反射光として前記撮像部の前記第1の撮像面に入射するまでの伝達時間を算出し、算出した前記伝達時間と前記光の移動速度とをもとに、前記移動体から前記静止構造物までの距離を算出する、

50

請求項 1 に記載の計測装置。

【請求項 9】

ゲート信号を発生するタイミング制御部と、

前記ゲート信号に応答して、エレベータかごの昇降路に沿って配置された静止構造物を照明する光を送信する光送信部と、

前記静止構造物に相対向して配置され、前記静止構造物からの反射光を結像する結像部と、

撮像面を備え、前記ゲート信号に応答して、前記ゲート信号で規定される露光時間だけ、前記結像部により結像された反射光を前記撮像面に取り込み、取り込んだ反射光による光信号を電気信号に変換する撮像部と、

前記電気信号を画像として処理し、前記画像から前記エレベータかごの移動に係る情報を算出する画像処理部と、を備え、

前記露光時間は、前記撮像面の空間分解能と前記エレベータかごの最大移動速度との比から得られる時間よりも小さい値に設定され、

前記光送信部、前記結像部および前記撮像部は、前記エレベータかごに配置され、

前記光送信部の光軸は、前記静止構造物の表面深さの勾配方向と前記結像部の光軸方向とによって張られる平面内に設けられ、かつ、前記静止構造物に対して斜方向に設けられている、

エレベータシステム。

【請求項 10】

タイミング制御部が、ゲート信号を発生する第 1 の工程と、

光送信部が、前記ゲート信号に応答して、移動体の移動路に沿って配置された静止構造物を照明する光を送信する第 2 の工程と、

結像部が、前記静止構造物に相対向して配置され、前記静止構造物からの反射光を結像する第 3 の工程と、

撮像部が、撮像面を備え、前記ゲート信号に応答して、前記ゲート信号で規定される露光時間だけ、前記結像部により結像された反射光を前記撮像面に取り込み、取り込んだ反射光による光信号を電気信号に変換する第 4 の工程と、

画像処理部が、前記電気信号を画像として処理し、前記画像から前記移動体の移動に係る情報を算出する第 5 の工程と、を備え、

前記露光時間は、前記撮像面の空間分解能と前記移動体の最大移動速度との比から得られる時間よりも小さい値に設定され、

前記光送信部、前記結像部および前記撮像部は、前記移動体に配置され、

前記光送信部の光軸は、前記静止構造物の表面深さの勾配方向と前記結像部の光軸方向とによって張られる平面内に設けられ、かつ、前記静止構造物に対して斜方向に設けられている、

計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測装置、エレベータシステムおよび計測方法に関し、例えば、移動体の移動に係る情報を算出する計測装置、エレベータシステムおよび計測方法に適用して好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来、エレベータにおいて、エレベータの乗りかご（エレベータかご）の位置、移動速度等を監視する安全装置としてガバナロープが使われてきた。近年、ガバナロープの代わりとなる非接触式でエレベータかごの位置および移動速度を計測するセンサ（位置移動速度センサ）が知られている。非接触式の位置移動速度センサでは、ガバナロープのような長尺な構造物が不要となるので、据付性および安全性が向上し、滑りによる測定誤差も発

10

20

30

40

50

生しないという効果がある。近時、非接触式の位置移動速度センサとして、エレベータかご上に設置したイメージセンサにより昇降路内に存在する構造物を撮影し、エレベータかごの位置および移動速度を計測する光学式の位置移動速度センサが開示されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2011-73885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、高速移動するエレベータかごの上から、静止した構造物（静止構造物）を撮影すると、エレベータかごの移動方向に被写体のぶれ（被写体ぶれ）が発生し、移動速度の計測の精度を悪化させる要因となる。高速移動するエレベータかごの被写体ぶれの発生を抑えるためには、イメージセンサの露光時間を短くする必要がある。一方で、短い露光時間では、撮像画像が暗く、位置および移動速度の算出を行うのに十分なS/N比（Signal to Noise ratio）を得ることができない。

【0005】

本発明は、以上の点を考慮してなされたもので、短い露光時間でも十分に明るい画像を撮像可能な計測装置等を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

かかる課題を解決するため本発明の計測装置においては、ゲート信号を発生するタイミング制御部と、前記ゲート信号に応答して、移動体の移動路に沿って配置された静止構造物を照明する光を送信する光送信部と、前記静止構造物に相対向して配置され、前記静止構造物からの反射光を結像する結像部と、撮像面を備え、前記ゲート信号に応答して、前記ゲート信号で規定される露光時間だけ、前記結像部により結像された反射光を前記撮像面に取り込み、取り込んだ反射光による光信号を電気信号に変換する撮像部と、前記電気信号を画像として処理し、前記画像から前記移動体の移動に係る情報を算出する画像処理部と、を備え、前記露光時間は、前記撮像面の空間分解能と前記移動体の最大移動速度との比から得られる時間よりも小さい値に設定され、前記光送信部、前記結像部および前記撮像部は、前記移動体に配置され、前記光送信部の光軸は、前記静止構造物の表面深さの勾配方向と前記結像部の光軸方向とによって張られる平面内に設けられ、かつ、前記静止構造物に対して斜方向に設けられている。

【0007】

上記構成では、被写体ぶれの発生を抑えるために露光時間が十分に短くなっているが、結像部の前方の散乱輝度が高くなるように光送信部の光軸を配置することで、結像部には、多くの光が入ることになり、十分な明るさの画像を取得することができる。よって、上記構成によれば、短い露光時間でも十分に明るい画像を撮像することができる。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、短い露光時間でも十分に明るい画像を撮像することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施の形態による計測装置の配置の一例を示す図である。

【図2】第1の実施の形態による計測装置に係る構成の一例を示す図である。

【図3】第1の実施の形態による散乱輝度分布の画像を示す模式図である。

【図4】第1の実施の形態によるタイミングチャートの一例を示す図である。

【図5A】第1の実施の形態による撮像演算処理部と光送信部とガイドレールとの配置関係の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5 B】第 1 の実施の形態による撮像演算処理部と光送信部とガイドレールとを y 軸の正の向きから見たときの図である。

【図 6】第 1 の実施の形態によるガイドレールの表面の凹凸の一例を示す図である。

【図 7】第 1 の実施の形態によるガイドレールの表面の凹凸を y 軸の正の向きから見たときの図である。

【図 8 A】第 1 の実施の形態による散乱輝度の増幅効果を説明するための図である。

【図 8 B】第 1 の実施の形態による散乱輝度の増幅効果を説明するための図である。

【図 9】第 1 の実施の形態による移動速度計測処理に係るフローチャートの一例を示す図である。

【図 10】第 2 の実施の形態による結像部に係る構成の一例を示す図である。

10

【図 11】第 3 の実施の形態による結像部に係る構成の一例を示す図である。

【図 12】第 4 の実施の形態による光送信部に係る構成の一例を示す図である。

【図 13】第 5 の実施の形態による計測装置に係る構成の一例を示す図である。

【図 14】第 6 の実施の形態によるタイミングチャートの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。本実施の形態では、短い露光時間でも十分に明るい画像を撮像するための技術に関して説明する。例えば、本実施の形態に示す計測装置は、光送信部、結像部および撮像部を備え、撮像部における露光時間を 100 μ s 未満に設定したものである。かかる計測装置は、移動体から、被写体である静止構造物の表面に向けて、光送信部から光を照射（送信）する。そして、計測装置は、静止構造物の表面で跳ね返された光（正反射光および拡散反射光を含み得る光であり、散乱光と称する）を、結像部を介して撮像部の撮像面に入射し、撮像部で光信号を電気信号に光電変換する。また、計測装置は、変換した電気信号から生成した画像をもとに、移動体の移動速度、移動体の位置、移動体の振動等、移動体の移動に係る情報を計測する。

20

【0011】

本実施の形態では、計測装置が設けられる移動体として、エレベータかごを例に挙げて説明するが、エレベータかごに限られるものではない。本実施の形態に示す技術は、人工的な研磨の傷があるような静止構造物（ガイドレール、線路、道路等）に沿って移動する移動体（自動ドア、列車、車等）に適用できる。なお、本明細書において「光」とは、電磁波を指し、例えば、可視光であってもよく、マイクロ波、テラヘルツ波、赤外線、紫外線、X線等であってもよい。

30

【0012】

なお、以下の説明では、同種の要素を区別しないで説明する場合には、枝番を含む参照符号のうちの共通部分（枝番を除く部分）を使用し、同種の要素を区別して説明する場合は、枝番を含む参照符号を使用することがある。例えば、撮像領域を特に区別しないで説明する場合には、「撮像領域 311」と記載し、個々の撮像領域を区別して説明する場合には、「撮像領域 311-1」、「撮像領域 311-2」のように記載することがある。

【0013】

(1) 第 1 の実施の形態

40

図 1 において、100 は全体として第 1 の実施の形態による計測装置を示す。

【0014】

図 1 は、計測装置 100 の配置の一例を示す図である。計測装置 100 は、撮像演算処理部 110 と光送信部 120 とを備える。撮像演算処理部 110 は、計測装置 100 における各種の処理を行う。光送信部 120 は、被写体であるガイドレール 130 に向けて光を照射する。

【0015】

計測装置 100 は、図示は省略する建屋の昇降路（移動体の移動路）内を昇降するエレベータかご 140 の上部に配置されている。昇降路内には、ガイドレール 130 が昇降路に沿って配置されている。計測装置 100 は、エレベータかご 140 の運行制御を行うの

50

に有用な信号情報（例えば、エレベータかご 140 の位置、移動速度等に関する信号情報）を、エレベータかご 140 の運行制御、安全装置の制御等を行う移動体制御部 150 に出力する。

【0016】

図 2 は、計測装置 100 に係る構成の一例を示す図である。計測装置 100 は、撮像演算処理部 110 と光送信部 120 とを備える。撮像演算処理部 110 は、結像部 210 と、撮像部 220 と、画像処理部 230 と、タイミング制御部 240 と、全体制御部 250 とを含んで構成されている。なお、図 1 および図 2 では、説明の便宜上、光路を破線の矢印、電気信号の経路を実線の矢印で示している。

【0017】

光送信部 120 は、光源（図示は省略）を備え、ガイドレール 130 の表面に光を照射するように配置されている。光源としては、LED（Light Emitting Diode）、ハロゲンランプのような時間的かつ空間的にインコヒーレントな光源を用いてもよいし、レーザー光源のような時間的かつ空間的にコヒーレントな光源を用いてもよい。

【0018】

結像部 210 は、光送信部 120 からガイドレール 130 の表面に向けて照射された光である出射光線（出射光）であって、ガイドレール 130 の表面で散乱された散乱光を撮像部 220 の撮像面に結像させる光学系として構成されている。

【0019】

撮像部 220 は、結像部 210 からの光信号（ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布を示す光信号）であって、複数の画素（ピクセル）を含む撮像面に結像された光信号を、画素の輝度に応じた電気信号に変換し、変換した電気信号を、暗視野画像を示す画像信号として画像処理部 230 に送信する。撮像部 220 としては、例えば、CCD（Charge Coupled Device）イメージセンサ、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサ等を用いることができる。また、撮像部 220 は、二次元のエリアセンサであってもよいし、エレベータかご 140 の移動方向に空間分解の機能を有する一次元のラインセンサであってもよい。

【0020】

なお、入射光および散乱光の経路中に、結像部 210 以外にバンドパスフィルタ等の波長選択式フィルタを設けて、所望の波長以外の外光を除去する役割を持たせてもよい。また、砂塵、埃等が計測装置 100 に入らないように、計測装置 100 を防護する目的で、入射光および散乱光の経路中に窓材等を設けてもよい。

【0021】

画像処理部 230 は、撮像部 220 からの電気信号（暗視野画像を示す画像信号）を、例えば、ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布に応じた画像であって、空間分解した画像として処理し、画像処理の結果から、エレベータかご 140 に関する信号情報、例えば、エレベータかご 140 の位置、移動速度等に関する信号情報を算出し、算出した信号情報を全体制御部 250 に出力する。

【0022】

タイミング制御部 240 は、全体制御部 250 からの情報をもとに複数のゲート信号（ゲートパルス信号）を生成し、生成した複数のゲート信号のうち一方のゲート信号を光送信部 120 に送信し、他方のゲート信号を撮像部 220 に送信する。一方のゲート信号は、光送信部 120 における光源の駆動時間を規定するタイミング信号として用いられ、他方のゲート信号は、撮像部 220 における露光時間を規定するタイミング信号として用いられる。

【0023】

全体制御部 250 は、画像処理部 230 およびタイミング制御部 240 の制御を行うと共に、画像処理部 230 からの信号情報（エレベータかご 140 に関する信号情報）を移動体制御部 150 に出力する。

【0024】

10

20

30

40

50

画像処理部 230、タイミング制御部 240 および全体制御部 250 は、電子計算機のような情報処理記録媒体、FPGA (field-programmable gate array)、マイクロコントローラのような論理回路素子等に構成される。

【0025】

次に、ガイドレール 130 の表面を撮像して得られた散乱輝度分布の画像について説明する。

【0026】

図 3 は、撮像部 220 で撮像した画像であって、ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布の画像を示す模式図である。撮像部 220 の画素の空間分解能とエレベータかご 140 の最大移動速度 (エレベータかご 140 が移動可能な最大の移動速度) との比から得られる時間より長い (大きい) 時間を、撮像部 220 の露光時間 T として、高速移動 (移動速度 V) するエレベータかご 140 から、被写体であるガイドレール 130 を撮影すると、図 3 に示すように、被写体表面 (ガイドレール 130 の表面) の散乱輝度分布 310 の画像 320 には、エレベータかご 140 の移動方向 y に被写体ぶれが発生する。

10

【0027】

被写体ぶれとは、露光時間内の開始時刻 t における撮像領域 311 - 1 から、露光時間内の終了時刻 $t + T$ における撮像領域 311 - 4 までの、時々刻々と連続的に変化する散乱輝度分布 310 の画像が積算されるため、露光後の画像 320 の移動方向に発生するぼけのことを表す。すなわち、画像 320 に示すように、撮像部 220 における露光時間 T に比例した V (移動速度) $\times T$ (露光時間) の幅だけ、画像 320 にぼけが発生する。画像 320 にぼけが発生した状態で画像処理すると、エレベータかご 140 の位置、移動速度等を正確に算出することができない。

20

【0028】

画像 320 のぼけによる、エレベータかご 140 の位置、移動速度等の分解能を低減し、画像 320 に、エレベータかご 140 の移動方向 y に被写体ぶれが発生するのを抑制するためには、エレベータかご 140 の移動速度 V を考慮して、露光時間 T を十分に抑える必要がある。そこで、本実施の形態では、撮像部 220 の画素の空間分解能とエレベータかご 140 の最大移動速度 V_m との比から得られる時間よりも短い (小さい) 時間を、撮像部 220 の露光時間 T として、高速移動 (移動速度 V) するエレベータかご 140 から、ガイドレール 130 を撮影する。かかる露光時間 T によれば、ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布の画像として、エレベータかご 140 の移動方向 y に被写体ぶれが発生しない画像を得ることができる。

30

【0029】

この際、要求される空間分解能 x に対し、露光時間 T と、エレベータかご 140 の最大移動速度 V_m との間には、 $T < x / V_m$ の関係がある。ここで、例えば、最大移動速度 5 m/s で移動するエレベータかご 140 に対して、 0.5 mm の空間分解能 x を得るには、撮像部 220 の露光時間 T は、 $100 \mu\text{s}$ 未満となる。すなわち、撮像部 220 の露光時間 $T = 100 \mu\text{s}$ 未満 (タイミング制御部 240 から撮像部 220 に送信するゲート信号のパルス幅 = $100 \mu\text{s}$ 未満) とすれば、高速移動 (移動速度 V) するエレベータかご 140 から、ガイドレール 130 を撮影しても、ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布の画像として、エレベータかご 140 の移動方向 y に被写体ぶれが発生しない画像が得られる。

40

【0030】

図 4 は、タイミング制御部 240 から撮像部 220 に送信するゲート信号のタイミングチャートの一例を示す図である。

【0031】

タイミング制御部 240 は、撮像部 220 に対して、フレーム周期 t 毎にゲート信号 401 を送信する。ゲート信号 401 のパルス幅 W は、露光時間 $T = 100 \mu\text{s}$ 未満に相当する値に設定されている。すなわち、撮像部 220 は、タイミング制御部 240 からのゲート信号 401 のパルスに应答して、パルス幅 W の時間 (露光時間 $T = 100 \mu\text{s}$ 未満

50

)だけ露光を行う。この際、タイミング制御部240から光送信部120に送信するゲート信号401のパルス幅 W を、露光時間 $T = 100 \mu s$ 未満に相当する値に設定し、光源の点灯期間を露光時間 T の間だけ行ってもよい。これにより、光送信部120の単位時間当たりの平均出力パワーを下げることが可能であり、駆動に必要なパワーおよび放熱を抑えることが可能である。

【0032】

図5Aは、撮像演算処理部110と光送信部120とガイドレール130との配置関係の一例を示す図である。図5Bは、撮像演算処理部110と光送信部120とガイドレール130とを y 軸の正の向きから見たときの図である。なお、図5Bでは、光送信部120からの出射光線(ガイドレール130に対して入射する入射光)を出射光線501~出射光線503として示し、ガイドレール130からの散乱光線(出射光線502がガイドレール130により散乱する散乱光)を散乱光線511~散乱光線513として示している。

10

【0033】

図5Aおよび図5Bに示すように、光送信部120は、光送信部120の光源の光軸がガイドレール130の表面の凹凸の凹凸方向(x 軸方向)とガイドレール130の表面から垂直な垂直方向(z 軸方向)とで張られる面内(xz 面内)にあり、ガイドレール130(z 軸方向)に対して傾斜して光送信部120の光源の光軸となる出射光線502が入射するように配置されている。

【0034】

図6は、ガイドレール130の表面の凹凸の一例を示す図である。

20

【0035】

ガイドレール130の表面の凹凸とは、例えば、ガイドレール130の加工時の仕上げで行われる研磨加工による研磨の傷等が挙げられ、ガイドレール130上に存在する特徴的な傷を表す。

【0036】

図6では、凹凸は、説明の便宜上、周期的な三角波として表しているが、必ずしも周期性を有する必要はなく、三角波である必要はなく、矩形型等、他の形状であってもよく、凹凸の形態は問わない。

【0037】

ここで、凹凸方向とは、凹凸の傾斜における勾配方向のうち、深さ方向の射影成分を除いた残りの成分である。例えば、凹凸方向とは、図6に示す周期的三角波の波数方向に対応し、凹凸を生じさせている方向である。

30

【0038】

垂直方向とは、凹凸の深さ方向であり、凹凸の傾斜における勾配方向のうち、深さ方向の射影成分である。

【0039】

勾配方向とは、例えば、凹凸の最も高い位置と最も低い位置とを結んだ方向である。よって、他の方向に研磨があつたとしても、本実施の形態の勾配方向には含まれない。また、例えば、勾配方向は、研磨するときの面の粗さより算出可能な凹凸の平均的な傾斜の方向であってもよい。

40

【0040】

図7は、ガイドレール130の表面の凹凸を y 軸の正の向きから見たときの図である。ここで、結像部210は、ガイドレール130の表面で散乱した散乱光線511~散乱光線513が伝搬する領域に配置されている。また、例えば、結像部210は、結像部210の光軸が垂直方向(z 軸方向)と一致するように配置されている。

【0041】

図7に示すように、凹凸の傾斜角 θ と光送信部120の出射光線502の入射角 α との間には、 $\alpha = 180^\circ - 2 \times \theta$ の関係がある。この関係より、散乱輝度が最も高くなる光送信部120の入射角 α を見積もることが可能である。例えば、研磨の傷の特徴的(例え

50

ば、平均的)な傾斜角 が 75° であるとする、表面の凹凸による散乱効率が最も高くなる光送信部 120 の入射角 は、 30° となる。光送信部 120 の入射角 は、ガイドレール 130 の表面の粗さの特性に応じて、研磨の傷の特徴的な傾斜角 を求め、その傾斜角 に対し、上記関係式より導出する。上記関係式により入射角 を算出し、算出した入射角 になるように光送信部 120 を配置することで、光送信部 120 から送信した出射光線の正反射光を結像部 210 に取り込むことができるので、画像をより明るくすることができるようになる。

【0042】

図 8 A および図 8 B は、撮像演算処理部 110 と光送信部 120 とガイドレール 130 との配置の違いによる、散乱輝度の増幅効果を説明するための図である。図 8 A は、光送信部 120 を xz 面内に配置した場合の配置(本実施の形態における配置)を示す。図 8 B は、光送信部 120 を yz 面内に配置した場合の配置(凹凸方向とは垂直な面内(yz 面内)に光送信部 120 の光軸を含むような方向から照明を行う場合の配置)を示す。

【0043】

図 8 A に示すように、光送信部 120 を xz 平面内に配置した場合は、凹凸方向(x 軸方向)に斜方向から、光送信部 120 からの出射光線が入射するために、ガイドレール 130 における凹凸による散乱が起こりやすい。一方、図 8 B に示すように、光送信部 120 を yz 平面内に配置した場合は、凹凸に沿った方向(y 軸方向、研磨方向)に出射光線が入射するため、散乱が起こりにくい。

【0044】

つまり、光送信部 120 を xz 平面内に配置した場合、散乱角度分布 810 のように、撮像演算処理部 110 の前方の散乱輝度は高くなり、光送信部 120 を yz 平面内に配置した場合、散乱角度分布 820 のように、撮像演算処理部 110 の前方の散乱輝度は小さくなる。

【0045】

本実施の形態によれば、ガイドレール 130 における散乱輝度が高くなるような特徴的な方向に光送信部 120 を配置したので、露光時間 T を $100 \mu s$ 未満に短くしても、十分高輝度な明るい画像を得ることができる。また、撮像部 220 で画像を生成する前の光学系における位置関係であって、結像部 210 と光送信部 120 との位置関係を、予め高輝度な明るい画像を得ることができる位置関係にすることで、タイミング制御部 240 で露光時間 T を、 $100 \mu s$ 未満に短くしても、撮像部 220 で発生する電気ノイズによって、ガイドレール 130 の表面の散乱輝度分布(凹凸に対応する散乱輝度パターン)が埋もれることを避けることができる。

【0046】

すなわち、結像部 210 と光送信部 120 との位置関係が、予め高輝度な明るい画像を得ることができる位置関係でない場合、撮像部 220 の画像信号を画像処理部 230 で処理する際に、撮像部 220 で発生する電気ノイズと凹凸に対応する散乱輝度パターンとを識別することが困難である。これに対して、結像部 210 と光送信部 120 との位置関係が、予め高輝度な明るい画像を得ることができる位置関係である場合、撮像部 220 の画像信号を画像処理部 230 で処理する際に、撮像部 220 で発生する電気ノイズと凹凸に対応する散乱輝度パターンとを容易に識別することができる。

【0047】

次に、画像処理部 230 における移動速度計測処理について説明する。

【0048】

図 9 は、計測装置 100 による移動速度計測処理に係るフローチャートの一例を示す図である。本実施の形態では、説明の便宜上、相関関数法による移動速度計測処理について説明するが、移動速度の算出方法は、相関関数法には限定されない。

【0049】

画像処理部 230 は、まず、全体制御部 250 から測定開始の信号を受信したことを条件に処理を開始し(ステップ S901)、フレーム i ごとに暗視野画像 $I(i)$ を撮像部

10

20

30

40

50

220から取得する(ステップS902)。

【0050】

次に、画像処理部230は、取得したフレーム*i*の暗視野画像I(*i*)を、画像処理部230内の記憶素子(メモリ)に格納する(ステップS903)。なお、記憶素子は、画像処理部230、全体制御部250等に含まれるレジスタ等の揮発性メモリを用いてもよいし、外部に配置した不揮発性メモリを用いてもよい。

【0051】

次に、画像処理部230は、ステップS903で記憶素子に格納した、フレーム*i*の暗視野画像I(*i*)を記憶素子から読み出すと共に、フレーム*i*よりも前に、記憶素子に格納されたフレーム(*i* - *k*)の暗視野画像I(*i* - *k*)を記憶素子から読み出し、読み出した暗視野画像I(*i*)と暗視野画像I(*i* - *k*)との相互相関関数Cを計算する(ステップS904)。なお、前のフレームの暗視野画像の選択方法については、直前の1フレーム前の暗視野画像を選択してもよいし、複数フレーム前の暗視野画像を選択してもよい。また、相互相関関数Cの計算方法についても他の計算方法を採用してもよい。

10

【0052】

次に、画像処理部230は、相互相関関数Cの計算により、相互相関関数Cのピーク座標位置 x を推定し、ステップS904で読み出した暗視野画像のうち暗視野画像I(*i* - *k*)から暗視野画像I(*i*)までの時間 $k \times t$ を算出し、ピーク座標位置 x と時間 $k \times t$ との比から、エレベータかご140の移動速度 $V = x / (k \times t)$ を計算する(ステップS905)。なお、ピーク座標位置 x の推定方法に関しても、最大位置のピーク座標としてもよいし、最大位置近傍の数点を用いて最小二乗フィッティングを行って推定してもよく、その方法については限定しない。

20

【0053】

次に、画像処理部230は、移動速度Vの情報を全体制御部250に出力し、フレーム*i*に「1」を加算し(ステップS906)、全体制御部250からの測定終了の信号を受信したか否かを判定する(ステップS907)。画像処理部230は、全体制御部250から測定終了の信号を受信していないと判定した場合、ステップS902に処理を戻し、ステップS902~ステップS906の処理を繰り返す。一方、画像処理部230は、ステップS907で全体制御部250から測定終了の信号を受信したと判定した場合、移動速度計測処理を終了する(ステップS908)。

30

【0054】

このように、画像処理部230は、撮像部220から、タイミング制御部240の出力によるゲート信号の発生周期に相当するフレーム周期で電気信号を順次に取り込み、各電気信号からフレーム毎の画像を生成し、生成した複数フレームの画像のうち第1のフレームの画像における第1の計測対象画像(特徴的な画像を含む計測対象画像)と、第2のフレームの画像における計測対象画像であって、第1の計測対象画像に対応した第2の計測対象画像(第1の計測対象画像と同一の特徴的な画像を含む計測対象画像)との間に生じる、画像上のずれを算出し、算出した画像上のずれと、第1のフレームと第2のフレームとにおける時間差を示す時間との比から、エレベータかご140の移動速度Vを算出することができる。

40

【0055】

全体制御部250は、画像処理部230から移動速度Vに関する情報を受信した場合、受信した情報を記憶素子に格納する、または、全体制御部250は、移動速度Vに関する情報を移動体制御部150に送信する。この際、移動体制御部150は、移動速度Vに関する情報を表示することにより、エレベータの管理者に通知してもよい。

【0056】

なお、画像処理部230は、エレベータかご140の移動方向の移動速度Vのみを算出してもよい。また、画像処理部230では、さらに移動速度Vまたはピーク座標位置 x を累積することにより、エレベータかご140の位置を算出してもよい。算出した位置の情報は、移動速度Vと同様に、全体制御部250を介して記憶素子に格納されてもよいし

50

、移動体制御部 150 に送信されてもよい。

【0057】

本実施の形態によれば、撮像部 220 の露光時間 T を $100 \mu s$ 未満に短縮したので、エレベータかご 140 からガイドレール 130 を撮影した画像に、エレベータかご 140 の移動方向に被写体ぶれが発生するのを抑制することができる。さらに、ガイドレール 130 の凹凸方向に対し、平行な平面に入射光軸が向くように光送信部 120 の出射方向を向けることにより、ガイドレール 130 からの散乱輝度を十分高くすることができる。すなわち、移動体から静止構造物を撮影した画像に、移動体の移動方向に被写体ぶれが発生するのを抑制することができ、かつ、十分な明るさで画像を取得でき、結果として、移動体の位置の測定精度と移動体の移動速度の測定精度とを高めることができる。

10

【0058】

(2) 第2の実施の形態

本実施の形態の計測装置 100 は、第1の実施の形態の結像部 210 よりも、エレベータかご 140 の z 軸方向のゆれに対して撮像部 220 における結像倍率を不変に保つ、ロバストな結像部 210 を備えるものである。その他の構成については、第1の実施の形態と同様であるので、説明を省略する。

【0059】

図 10 は、本実施の形態における結像部 210 に係る構成の一例を示す図である。なお、図 10 では、ガイドレール 130 からの散乱光（例えば、散乱光線 1001 ~ 散乱光線 1009）を点線の矢印で示している。

20

【0060】

図 10 に示すように、結像部 210 は、ガイドレール 130 に相対向して配置され、ガイドレール 130 で散乱した散乱光を集光する対物レンズ 1010（第1のレンズ）と、対物レンズ 1010 で集光された散乱光の光量を制限し、光量の制限された散乱光を撮像部 220 の撮像面に向けて送出する絞り 1020 とを備えている。

【0061】

上述した結像部 210 は、被写体（被検出対象）となるガイドレール 130 が、エレベータかご 140 に対して、相対的に z 軸方向（エレベータかご 140 の移動方向（ y 軸方向）に対して直交する方向）にぶれたときの倍率の変化の影響をなくすために、物体側（ガイドレール 130 側）にテレセントリックな光学配置となっている。

30

【0062】

すなわち、本実施の形態における結像部 210 は、撮像部 220 の撮像面の中心と、絞り 1020 の中心と、対物レンズ 1010 の光軸の中心とが同一直線上に位置するように配置され、かつ、絞り 1020 は、対物レンズ 1010 の撮像部 220 側の焦点位置に配置されている。ガイドレール 130 からの散乱光線 1001 ~ 散乱光線 1009 は、対物レンズ 1010 を透過した後、撮像部 220 の撮像面に結像される。この際、散乱光線 1001 ~ 散乱光線 1009 のうち、散乱光線 1002, 1005, 1008 は、他の散乱光線 1001, 1003, 1004, 1006, 1007, 1009 よりも光量が多く、主光線となって、常に、対物レンズ 1010 の光軸と平行となって対物レンズ 1010 に入射する。

40

【0063】

なお、 y 軸と z 軸とは、ガイドレール 130 に形成される仮想の軸であって、 y 軸は、エレベータかご 140 の移動方向と平行な軸を示し、 z 軸は、エレベータかご 140 の移動方向と直交する軸であって、結像部 210 の光軸と平行な軸を示す。

【0064】

本実施の形態によれば、ガイドレール 130 からの散乱光線 1002, 1005, 1008 は、主光線となって、常に、対物レンズ 1010 の光軸と平行となって対物レンズ 1010 に入射するので、エレベータかご 140 の z 軸方向のゆれに対して、ガイドレール 130 の画像が光軸（ z 軸）方向にぶれても、撮像部 220 の撮像面で結像する像の倍率は一定となり、エレベータかご 140 の y 方向の移動量 y の計測値を、エレベータかご

50

140のz軸方向のゆれに対して、常に一定に保つことができる。

【0065】

また、本実施の形態では、対物レンズ1010を、エレベータかご140から50mm以上離して配置している。例えば、エレベータかご140が奥行き方向(z軸方向)に±5mm程度ぶれる場合、対物レンズ1010を、ガイドレール130から50mm以上離して配置することによって、エレベータかご140のz軸方向のぶれに対して発生する画像のピントぼけを抑えることが可能である。

【0066】

また、対物レンズ1010の材質をガラスにすることもできる。対物レンズ1010をガラスレンズとすることにより、プラスチックレンズに比べ、十分高い耐久性を得ることができる。また、対物レンズ1010のうち光線が通過する面の形状を、両側が球面または片側が球面でもう一方の側を平面として構成することもできる。本構成により、対物レンズ1010をガラスレンズとしても、非球面形状に比べ、安価に結像部210を構成することが可能である。

【0067】

(3) 第3の実施の形態

本実施の形態の計測装置100は、第1の実施の形態の結像部210よりも、エレベータかご140のz軸方向のゆれに対して撮像部220における結像倍率を不変に保つ、ロバスタな結像光学系であって、第2の実施の形態の結像部210よりも、撮像部220で生じる幾何収差を抑える結像部210を備えるものである。その他の構成については、第1の実施の形態と同様であるので、説明を省略する。

【0068】

図11は、本実施の形態における結像部210に係る構成の一例を示す図である。なお、図11では、ガイドレール130からの散乱光(例えば、散乱光線1101~散乱光線1109)を点線の矢印で示している。

【0069】

図11に示すように、結像部210は、ガイドレール130に相対向して配置され、ガイドレール130で散乱した散乱光を集光する対物レンズ1110(第1のレンズ)と、対物レンズ1110で集光された散乱光の光量を制限する絞り1120と、絞り1120と撮像部220との間に配置され、絞り1120からの散乱光を集光し、集光した散乱光を撮像部220の撮像面に向けて送出する集光レンズ1130(第2のレンズ)とを備えている。

【0070】

上述した結像部210は、被写体(検出対象)となるガイドレール130が、エレベータかご140に対して、相対的にz軸方向にぶれたときの倍率の変化の影響をなくするために、物体側(ガイドレール130側)をテレセントリックな光学配置にすると共に、撮像部220で生じる幾何収差を抑えるために、像側(撮像部220側)もテレセントリックな光学配置となっている。

【0071】

すなわち、撮像部220の撮像面の中心と、集光レンズ1130の光軸と、絞り1120の中心と、対物レンズ1110の光軸とが、それぞれ同一直線上に位置するように、配置され、かつ、絞り1120は、対物レンズ1110の撮像部220側の焦点位置に配置されていると共に、集光レンズ1130の対物レンズ1110側の焦点位置に配置されている。また、ガイドレール130からの散乱光線1101~散乱光線1109は、対物レンズ1110を透過した後、集光レンズ1130を介して撮像部220の撮像面に結像される。この際、散乱光線1101~散乱光線1109のうち、散乱光線1102, 1105, 1108は、他の散乱光線1101, 1103, 1104, 1106, 1107, 1109よりも光量が多く、主光線となって、常に、対物レンズ1110の光軸と平行となって対物レンズ1110に入射すると共に、集光レンズ1130の光軸と平行となって撮像部220に入射する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

本実施の形態によれば、第 2 の実施の形態と同様に、ガイドレール 1 3 0 の画像が光軸（z 軸）方向にぶれても撮像部 2 2 0 の撮像面で結像する像の倍率を不変にでき、さらに撮像部 2 2 0 の z 軸方向の取り付け位置のずれに対しても、撮像部 2 2 0 の撮像面で結像する像の倍率を不変にできる。結果として、結像部 2 1 0 および撮像部 2 2 0 の取り付け時の寸法公差を大きく取ることができ、よりロバストな光学系を構成することができる。また、結像部 2 1 0 に、対物レンズ 1 1 1 0 と集光レンズ 1 1 3 0 とを含む 2 つのレンズを用いているので、結像部 2 1 0 の幾何収差の影響を小さくすることも可能となる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施の形態では、第 2 の実施の形態と同様に、対物レンズ 1 1 1 0 をガイドレール 1 3 0 から 5 0 mm 以上離して配置し、対物レンズ 1 1 1 0 を、両側が球面または片側が球面でもう一方の側を平面とするガラスレンズとして構成することもできる。集光レンズ 1 1 3 0 も、光線が通過する面の形状を、両側が球面または片側が球面でもう一方の側を平面である、ガラスレンズとして構成することができる。本構成により、安価で高い耐久性を有する結像部 2 1 0 を構成することが可能となる。

10

【 0 0 7 4 】

(4) 第 4 の実施の形態

本実施の形態の計測装置 1 0 0 は、光送信部 1 2 0 として、被写体（被検出対象）であるガイドレール 1 3 0 を効率的に照明する光送信部 1 2 0 を備えるものである。撮像部 2 2 0、画像処理部 2 3 0、タイミング制御部 2 4 0 および全体制御部 2 5 0 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であり、結像部 2 1 0 の構成は、第 1 の実施の形態、第 2 の実施の形態または第 3 の実施の形態と同様であるので、それらの説明を省略する。

20

【 0 0 7 5 】

図 1 2 は、本実施の形態における光送信部 1 2 0 に係る構成の一例を示す図である。なお、図 1 2 では、ガイドレール 1 3 0 に対して入射する入射光（例えば、光源 1 2 1 0 からの出射光線 1 2 0 1 ~ 出射光線 1 2 0 3）を点線の矢印で示している。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 に示すように、光送信部 1 2 0 は、光源 1 2 1 0 と、光源 1 2 1 0 からの光を集光し、集光した光をガイドレール 1 3 0 に向けて拡散させて照射する照明レンズ 1 2 2 0 とを備えている。

30

【 0 0 7 7 】

照明レンズ 1 2 2 0 は、光源 1 2 1 0 と、被写体（被検出対象）であるガイドレール 1 3 0 との間に配置されている。照明レンズ 1 2 2 0 の材質は、ガラスであってもよいし、プラスチックであってもよい。また、照明レンズ 1 2 2 0 のうち、光線が通過する面の形状は、どちらの面も球面であってもよいし、平面であってもよいし、非球面であってもよい。また、照明レンズ 1 2 2 0 は、1 つの凸レンズによって構成されているが、複数枚の組み合わせによって構成されるレンズ組であってもよい。また、照明レンズ 1 2 2 0 は、レンズのような透過屈折型の集光光学素子に限らず、凹面鏡のような反射型の集光光学素子であってもよい。

【 0 0 7 8 】

本実施の形態によれば、照明レンズ 1 2 2 0 は、光源 1 2 1 0 からの出射光線 1 2 0 1 ~ 出射光線 1 2 0 3 を集光して、ガイドレール 1 3 0 の表面を広範囲に亘って照明することができるので、結像部 2 1 0 および撮像部 2 2 0 によって検出する、ガイドレール 1 3 0 の表面の領域を効率的に照明することができる。さらに、照明レンズ 1 2 2 0 の形状を適切に設計することにより、ガイドレール 1 3 0 における照度ムラを低減することも可能である。また、光源 1 2 1 0 の出力強度を抑えることにより、光源 1 2 1 0 の消費電力を小さくでき、かつ、所望の検出範囲外の領域からの迷光の発生も抑えることが可能である。

40

【 0 0 7 9 】

(5) 第 5 の実施の形態

本実施の形態の計測装置 1 0 0 は、エレベータかご 1 4 0 の絶対位置をリセットする位

50

位置リセット処理部 1310 を備え、エレベータかご 140 の累積位置の精度を高めるようにしたものである。撮像部 220、画像処理部 230、タイミング制御部 240 および全体制御部 250 の構成は、第 1 の実施の形態と同じである。結像部 210 の構成は、第 1 の実施の形態、第 2 の実施の形態または第 3 の実施の形態と同じである。光送信部 120 内の構成は、第 1 の実施の形態または第 4 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、それらの説明を省略する。

【0080】

図 13 は、本実施の形態における計測装置 100 に係る構成の一例を示す図である。図 13 において、計測装置 100 は、第 1 の実施の形態の構成に加え、位置リセット処理部 1310 を備えている。位置リセット処理部 1310 は、全体制御部 250 に接続されて

10

【0081】

位置リセット処理部 1310 は、全体制御部 250 と情報の送受信を行い、全体制御部 250 からの画像に関する情報をもとに、ガイドレール 130 の表面に設定された絶対位置を検出した場合、全体制御部 250 に対して、エレベータかご 140 の位置を算出する際の基準位置となる絶対位置をリセットするためのリセット信号（より広義には、絶対位置をセットするためのセット信号）を出力する。

【0082】

ここで、位置リセット処理部 1310 は、位置リセット処理部 1310 内の記憶素子に、エレベータかご 140 の絶対位置を示す特徴的な散弾輝度パターンに関する画像（絶対位置基準画像）の情報を予め記憶している。絶対位置基準画像は、例えば、ガイドレール 130 の表面に存在する継ぎ目等の特徴的かつ周期性の高い画像である。

20

【0083】

位置リセット処理部 1310 は、エレベータかご 140 の移動に伴って、全体制御部 250 からの画像に関する情報を受信する毎に、受信した情報（凹凸に対応する散乱輝度パターンに関する画像）と記憶素子内に記憶された情報（絶対位置基準画像）とを比較し、両者の間に強い相関が現れる（両者の画像が一致する）毎に、全体制御部 250 に対して、リセット信号を出力する。

【0084】

全体制御部 250 は、リセット信号を受信したことを条件に、絶対位置をリセットする。そして、全体制御部 250 は、画像処理部 230 からの信号情報をもとに、リセットされた絶対位置を基準に、エレベータかご 140 の昇降路における位置（相対位置）を算出し、算出結果を移動体制御部 150 に送信する。このように絶対位置をリセットすることで、全体制御部 250 は、エレベータかご 140 の移動方向が上または下にランダムに変化しても、エレベータかご 140 の昇降路における位置（相対位置）を正確に算出することができ、エレベータかご 140 の累積位置の精度を高めることができる。

30

【0085】

また、本実施の形態において、全体制御部 250 の機能と位置リセット処理部 1310 の機能とを画像処理部 230 に付加することができる。この場合、画像処理部 230 は、例えば、撮像部 220 から出力された電気信号を処理して得られた絶対位置検出画像（ガイドレール 130 の表面に存在する継ぎ目等の特徴的かつ周期性の高い散弾輝度パターンの画像）と、ガイドレール 130 における絶対位置を特定する画像として、予め設定されて記憶された絶対位置基準画像（散弾輝度パターンによる絶対位置基準画像）とを比較する。上記構成によれば、画像処理部 230 は、全体制御部 250 と位置リセット処理部 1310 とを用いたときよりも少ない要素で、エレベータかご 140 の昇降路における位置（相対位置）を正確に算出することができ、エレベータかご 140 の累積位置の精度を高めることができる。

40

【0086】

また、画像処理部 230 は、絶対位置検出画像と絶対位置基準画像とが一致したことを条件に、エレベータかご 140 の位置を計測するときの基準時間（計測開始時期間）をリ

50

セットするようにしてもよい。画像処理部 230 は、リセットした基準時間からの経過時間とエレベータかご 140 の移動速度とをもとに、エレベータかご 140 の絶対位置からの移動距離を示す、エレベータかご 140 の位置を算出し、算出結果を全体制御部 250 に出力する。

【0087】

なお、特徴的な散弾輝度パターンとしては、ガイドレール 130 に既存の散弾輝度パターンを利用してよいし、ガイドレール 130 の表面に、散弾輝度パターンを有するマーカーを取り付ける場合、マーカーの散弾輝度パターンを利用してよい。また、エレベータかご 140 の絶対位置を検出する手段としては、磁気センサ、大気圧センサ等、光学式とは異なる、別方式の位置検出センサを組み合わせたものを用いることもできる。

10

【0088】

本実施の形態によれば、エレベータかご 140 の移動に応じて、エレベータかご 140 の昇降路における絶対位置を検出する毎に、絶対位置をリセットするようにしたので、エレベータかご 140 の累積位置の精度を高めることができる。

【0089】

(6) 第 6 の実施の形態

本実施の形態の計測装置 100 は、光送信部 120 から出射された出射光線（出射光）が結像部 210 を介して撮像部 220 に入射されるまでの時間を測定し、測定結果をもとにエレベータかご 140 からガイドレール 130 までの距離を計測するものである。撮像部 220、画像処理部 230 および全体制御部 250 の構成は、第 1 の実施の形態と同じである。また、結像部 210 の構成は、第 1 の実施の形態、第 2 の実施の形態または第 3 の実施の形態と同じである。また、光送信部 120 の構成は、第 1 の実施の形態または第 4 の実施の形態と同じである。また、計測装置 100 は、位置リセット処理部 1310 を備えてもよく、その場合の構成は、第 5 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、それらの説明を省略する。

20

【0090】

図 14 は、タイミング制御部 240 から光送信部 120 および撮像部 220 へ送信されるゲート信号とガイドレール 130 から撮像部 220 へ入射する散乱光とのタイミングチャートの一例を示す図である。

【0091】

タイミングチャート 1410 に示すように、タイミング制御部 240 から光送信部 120 に対して、時間 t_1 ~ 時間 t_3 までの期間がハイレベルとなる、第 1 のゲート信号 1411（ゲートパルス信号）が送信されると、光送信部 120 からガイドレール 130 に対して出射光線（照明光）が照射され、ガイドレール 130 の表面で散乱した散乱光が結像部 210 を介して撮像部 220 に入射する。この際、撮像部 220 には、タイミングチャート 1420 に示すように、時間 t_2 ~ 時間 t_4 までの期間がハイレベルとなる散乱光 1421（輝度がハイレベルとなる散乱光）が入射する。すなわち、撮像部 220 には、光送信部 120 から出射される出射光線に対して、時間遅れ = (時間 t_2 - 時間 t_1) を有する散乱光 1421 が入射する。

30

【0092】

一方、タイミングチャート 1430 に示すように、タイミング制御部 240 から撮像部 220 に対して、光送信部 120 に送信される、第 1 のゲート信号 1411 と同じタイミングで、時間 t_1 ~ 時間 t_3 までの期間がハイレベルとなる、第 1 のゲート信号 1431（ゲートパルス信号）が送信されると、撮像部 220 は、時間 t_1 ~ 時間 t_3 の期間を露光時間 T として、結像部 210 からの散乱光 1421 を撮像面（第 1 の撮像面）に取り込み、第 1 のゲート信号 1411 に応答して撮像した画像信号（電気信号 1432）を生成する。この際、結像部 210 から撮像部 220 に対して、ハイレベルの散乱光 1421 が入射する期間は、露光時間 T （時間 t_1 ~ 時間 t_3 ）のうち、時間 t_2 ~ 時間 t_3 の期間であり、この期間に撮像された画像信号（電気信号 1432）が撮像部 220 から画像処理部 230 に出力される。

40

50

【 0 0 9 3 】

次に、タイミングチャート 1 4 4 0 に示すように、タイミング制御部 2 4 0 から撮像部 2 2 0 に対して、時間 t_3 ~ 時間 t_5 までの期間がハイレベルとなる、第 2 のゲート信号 1 4 4 1 (ゲートパルス信号) が送信されると、撮像部 2 2 0 は、時間 t_3 ~ 時間 t_4 の期間を露光時間 T として、結像部 2 1 0 から散乱光 1 4 2 1 を撮像面 (第 2 の撮像面) に取り込み、第 2 のゲート信号 1 4 4 1 に応答して撮像した画像信号 (電気信号 1 4 4 2) を生成する。この際、結像部 2 1 0 から撮像部 2 2 0 に対して、ハイレベルの散乱光 1 4 2 1 が入射する期間は、露光時間 T (時間 t_3 ~ 時間 t_5) のうち、時間 t_3 ~ 時間 t_4 の期間であり、この期間に撮像された画像信号 (電気信号 1 4 4 2) が画像処理部 2 3 0 に出力される。

10

【 0 0 9 4 】

ここで、光送信部 1 2 0 からガイドレール 1 3 0 に向けて出射された出射光線が、ガイドレール 1 3 0 で散乱し、ガイドレール 1 3 0 の表面で散乱した散乱光のうち散乱光 1 4 2 1 が撮像部 2 2 0 に入射するまでの伝達時間 T_0 (= 時間 t_1 ~ 時間 t_2 までの期間) を算出するに際して、画像処理部 2 3 0 は、撮像部 2 2 0 から、電気信号 1 4 3 2 と、電気信号 1 4 4 2 とを取り込み、伝達時間 T_0 を、次の (式 1) に従って算出する。

【 0 0 9 5 】

$$T_0 = T \cdot V_2 / (V_1 + V_2) \cdot \dots \cdot \text{(式 1)}$$

【 0 0 9 6 】

ここで、 T は、第 1 のゲート信号 1 4 1 1 と第 2 のゲート信号 1 4 4 1 とで規定される露光時間であり、 V_1 、 V_2 は、撮像部 2 2 0 から出力される画像信号に属する画像の大きさに相当する面積 (V_1 は、第 1 の撮像面で取り込まれた光の量、 V_2 は、第 2 の撮像面で取り込まれた光の量) である。

20

【 0 0 9 7 】

画像処理部 2 3 0 は、伝達時間 $T_0 \times$ 光速から、エレベータかご 1 4 0 からガイドレール 1 3 0 までの距離を算出し、算出した距離の情報を全体制御部 2 5 0 に送信する。この際、画像処理部 2 3 0 または全体制御部 2 5 0 において、画像処理部 2 3 0 で算出した距離と設定値 (基準値) とを比較して、エレベータかご 1 4 0 に z 軸方向のぶれ (振動) があるか否かを判定することができる。

【 0 0 9 8 】

本実施の形態によれば、エレベータかご 1 4 0 からガイドレール 1 3 0 までの距離を計測することができるので、計測結果からエレベータかご 1 4 0 に、 z 軸方向のぶれがあるか否かを判定することができる。

30

【 0 0 9 9 】

以上述べた各実施の形態は、本発明を分かりやすく説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。また、各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加、削除、置換等を行うことが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部または全部を、例えば、集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD 等の記録媒体に置くことができる。

40

【 0 1 0 0 】

(7) 他の実施の形態

なお、上述の実施の形態においては、本発明を計測装置に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々のシステム、装置、方法、プログラムに広く適用することができる。

【 0 1 0 1 】

上述した実施の形態は、例えば、以下の特徴的な構成を有する。

50

【 0 1 0 2 】

計測装置（例えば、計測装置 1 0 0）は、ゲート信号（例えば、ゲート信号 4 0 1）を発生するタイミング制御部（例えば、タイミング制御部 2 4 0）と、上記ゲート信号に応答して、移動体（例えば、エレベータかご 1 4 0）の移動路（例えば、昇降路）に沿って配置された静止構造物（例えば、ガイドレール 1 3 0）を照明する光（例えば、出射光線 5 0 1 ~ 出射光線 5 0 3）を送信する光送信部（例えば、光送信部 1 2 0）と、上記静止構造物に相対向して配置され、上記静止構造物からの反射光（例えば、散乱光、散乱光線 5 1 1 ~ 散乱光線 5 1 3）を結像する結像部（例えば、結像部 2 1 0）と、撮像面を備え、上記ゲート信号に応答して、上記ゲート信号で規定される露光時間だけ、上記結像部により結像された反射光を上記撮像面に取り込み、取り込んだ反射光による光信号を電気信号に変換する撮像部（例えば、撮像部 2 2 0）と、上記電気信号を画像（例えば、暗視野画像）として処理し、上記画像から上記移動体の移動に係る情報（例えば、移動体の位置、移動体の移動速度、移動体の振動）を算出する画像処理部（例えば、画像処理部 2 3 0）と、を備え、上記露光時間は、上記撮像面の空間分解能と上記移動体の最大移動速度との比（例えば、空間分解能 x / 最大移動速度 V m）から得られる時間よりも小さい値（例えば、最大移動速度 5 m / s で移動するエレベータかご 1 4 0 に対して、0 . 5 mm の空間分解能 x を得る場合は、1 0 0 μ s）に設定され、上記光送信部、上記結像部および上記撮像部は、上記移動体に配置され、上記光送信部の光軸は、上記静止構造物の表面深さの勾配方向と上記結像部の光軸方向とによって張られる平面内に設けられ、かつ、上記静止構造物に対して斜方向に設けられている。

10

20

【 0 1 0 3 】

上記構成では、被写体ぶれの発生を抑えるために露光時間が十分に短くなっているが、結像部の前方の散乱輝度が高くなるように光送信部の光軸を配置することで、結像部には、多くの光が入ることになり、十分な明るさの画像を取得することができる。よって、上記構成によれば、短い露光時間でも十分に明るい画像を撮像することができる。

【 0 1 0 4 】

上記光送信部から送信される光の上記静止構造物に対する入射角（例えば、入射角 θ ）は、上記静止構造物の表面深さの傾斜角（例えば、凹凸の傾斜角 α ）の 2 倍を 1 8 0 度から減算した角度（例えば、 $\theta = 1 8 0 ^\circ - 2 \times \alpha$ ）である。

【 0 1 0 5 】

上記構成によれば、例えば、多くの正反射光が結像部に入るようになるので、より明るい画像を取得することができる。

30

【 0 1 0 6 】

上記画像処理部は、上記ゲート信号の発生周期に相当するフレーム周期（例えば、フレーム周期 t ）で上記電気信号を順次に取り込み、取り込んだ各電気信号からフレーム毎の画像を生成し、生成した複数フレームの画像のうち第 1 のフレームの画像における第 1 の計測対象画像（例えば、フレーム i の暗視野画像 $I(i)$ ）と、第 2 のフレームの画像における計測対象画像であって、上記第 1 の計測対象画像に対応した第 2 の計測対象画像（例えば、フレーム $(i - k)$ の暗視野画像 $I(i - k)$ ）との間に生じる、画像上のずれ（例えば、相互相関関数 C のピーク座標位置 x ）を算出し、算出したずれと、上記第 1 のフレームと上記第 2 のフレームとにおける時間差を示す時間（例えば、暗視野画像 $I(i - k)$ から暗視野画像 $I(i)$ までの時間 $k \times t$ ）との比から、上記移動体の移動速度を算出する。

40

【 0 1 0 7 】

上記構成によれば、例えば、移動体の移動速度を算出することができる。

【 0 1 0 8 】

上記結像部は、上記静止構造物からの反射光を集光する第 1 のレンズ（例えば、対物レンズ 1 0 1 0）と、上記反射光の光量を制限する絞り（例えば、絞り 1 0 2 0）と、を備え、上記絞りは、上記絞りの中心が上記第 1 のレンズの光軸と同一直線上に設けられ、かつ、上記第 1 のレンズの焦点位置に設けられている。

50

【 0 1 0 9 】

上記構成によれば、例えば、移動体の移動において移動体と静止構造物との距離が変化したとしても、画像の倍率の変化を抑えることができるので、移動体の静止構造物方向のゆれに対して、移動体の移動量の計測値を一定に保つことができる。

【 0 1 1 0 】

上記結像部は、上記静止構造物からの反射光を集光する第1のレンズ（例えば、対物レンズ1110）と、上記反射光の光量を制限する絞り（例えば、絞り1120）と、上記絞りと上記撮像部との間に配置され、上記絞りにより光量が制限された反射光を集光する第2のレンズ（例えば、集光レンズ1130）と、を備え、上記絞りは、上記絞りの中心が上記第1のレンズの光軸と同一直線上に設けられ、かつ、上記第1のレンズの焦点位置に設けられ、上記第2のレンズは、上記第2のレンズの光軸が上記第1のレンズの光軸と同一直線上に設けられている。

10

【 0 1 1 1 】

上記構成によれば、例えば、移動体と静止構造物との距離が変化したとしても、画像の倍率の変化を抑えることができ、かつ、撮像部の光軸方向の取り付け位置のずれに対しても、撮像部の撮像面で結像する像の倍率を不変にできるので、結像部および撮像部の取り付け時の寸法公差を大きく取ることができる。

【 0 1 1 2 】

上記光送信部は、光源（例えば、光源1210）と、上記光源からの光を集光して送信する第3のレンズ（例えば、照明レンズ1220）とを含んで構成される。

20

【 0 1 1 3 】

上記構成によれば、例えば、結像部および撮像部によって検出される、静止構造物の表面の領域を効率的に照明することができる。

【 0 1 1 4 】

上記画像処理部は、上記画像と、上記静止構造物における絶対位置を示す基準画像（例えば、絶対位置基準画像）とを比較し、上記画像と上記基準画像とが一致したことを条件に、上記移動体の位置を上記絶対位置にセット（例えば、リセット）する。なお、係る処理については、位置リセット処理部1310を設け、位置リセット処理部1310が行うようにしてもよい。

【 0 1 1 5 】

上記構成によれば、例えば、移動体の絶対位置を適切にセットできるので、移動体の累積位置の精度を高めることができる。

30

【 0 1 1 6 】

上記タイミング制御部は、上記光送信部と上記撮像部とに対して、同一のタイミングで第1のゲート信号（例えば、第1のゲート信号1411）を出力し、その後、上記撮像部に対して、上記第1のゲート信号とは異なるタイミングで第2のゲート信号（例えば、第2のゲート信号1421）を出力し、上記光送信部は、上記第1のゲート信号にตอบสนองして、上記静止構造物を照明する光を送信し、上記撮像部は、上記撮像面として、上記第1のゲート信号にตอบสนองして、上記結像部からの上記光の反射光を上記露光時間だけ取り込む第1の撮像面と、上記第2のゲート信号にตอบสนองして、上記結像部からの上記光の反射光を上記露光時間だけ取り込む第2の撮像面とを備え、上記画像処理部は、上記第1の撮像面の電気信号（電気信号1432）と上記第2の撮像面の電気信号（電気信号1442）と上記露光時間とをもとに、上記光が反射光として上記撮像部の上記第1の撮像面に入射するまでの伝達時間を算出し、算出した上記伝達時間と上記光の移動速度とをもとに、上記移動体から上記静止構造物までの距離を算出する。

40

【 0 1 1 7 】

上記構成によれば、移動体から静止構造物までの距離を計測することができるので、例えば、計測結果から、移動体において静止構造物方向の振動があるか否かを判定することができるようになる。

【 0 1 1 8 】

50

また上述した構成については、本発明の要旨を超えない範囲において、適宜に、変更したり、組み替えたり、組み合わせたり、省略したりしてもよい。

【符号の説明】

【0119】

100計測装置、120光送信部、210結像部、220撮像部、230画像処理部、240タイミング制御部。

10

20

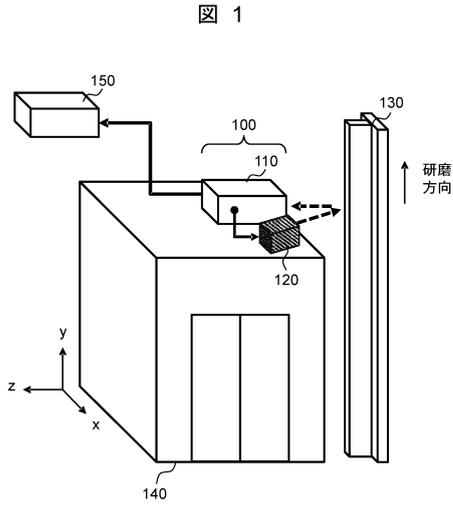
30

40

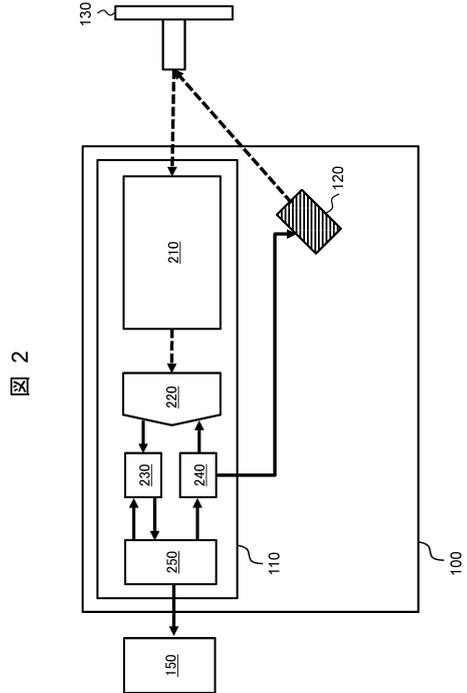
50

【図面】

【図 1】



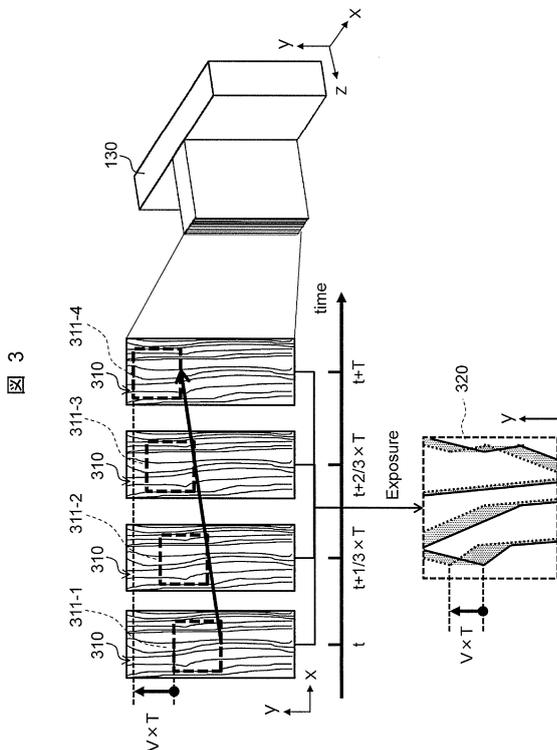
【図 2】



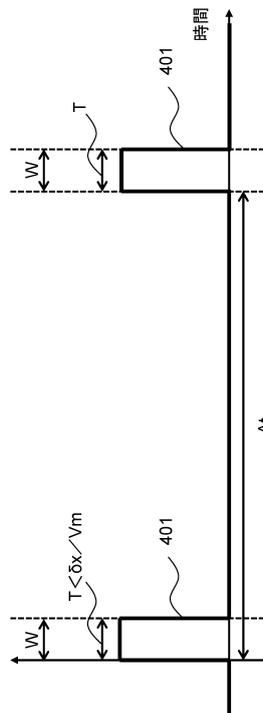
10

20

【図 3】



【図 4】

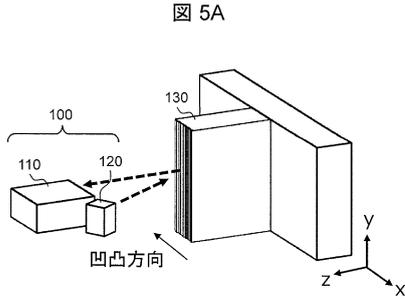


30

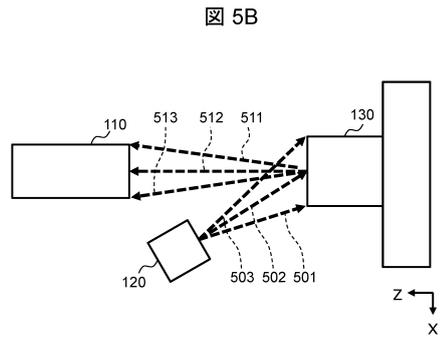
40

50

【图 5 A】

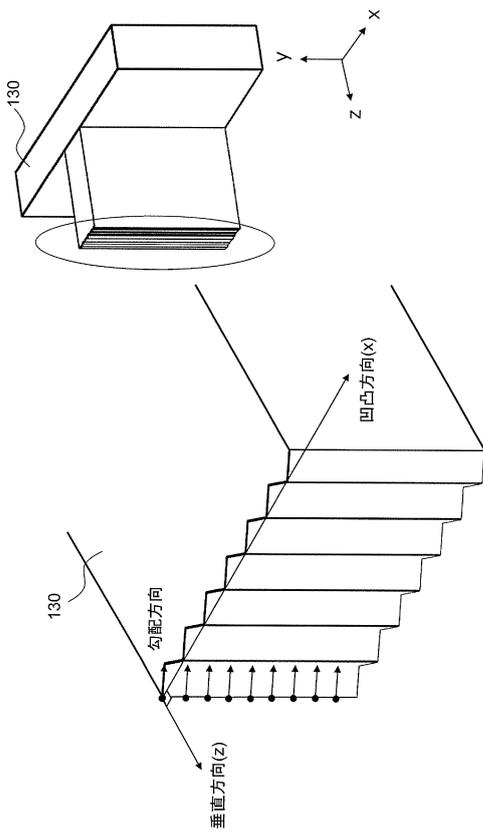


【图 5 B】

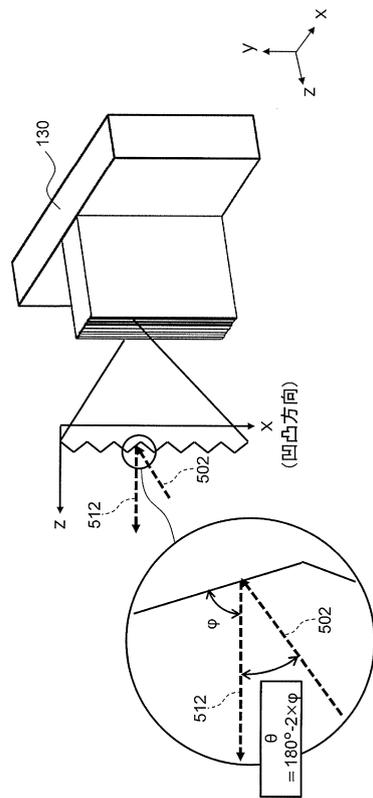


10

【图 6】



【图 7】



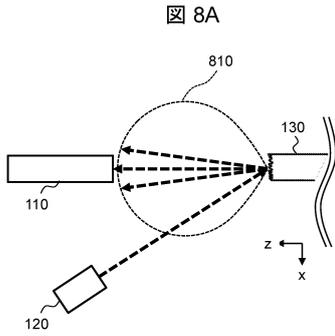
20

30

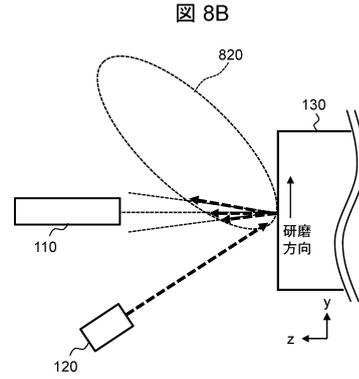
40

50

【 図 8 A 】

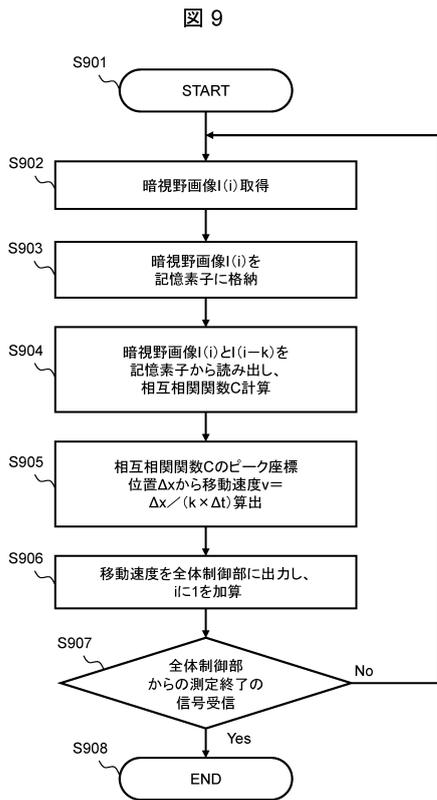


【 図 8 B 】

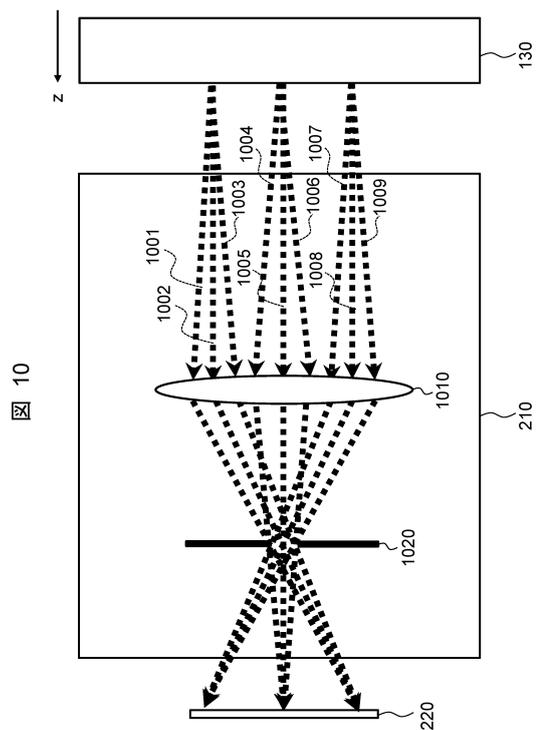


10

【 図 9 】



【 図 10 】



20

30

40

50

【図 1 1】

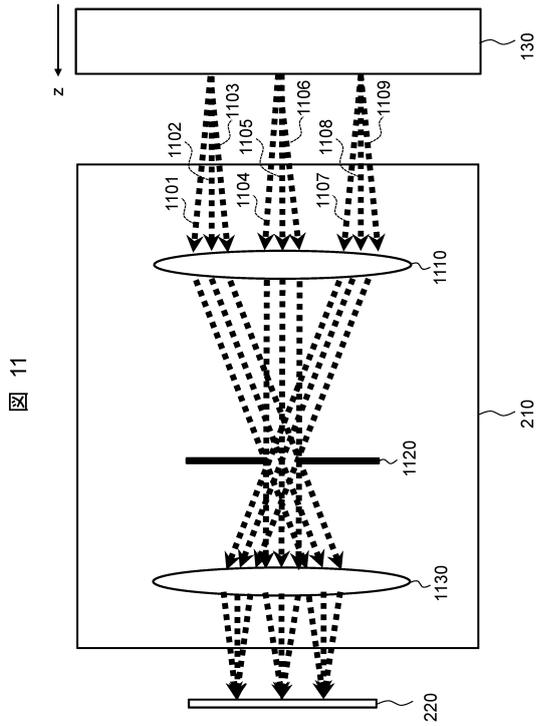


図 11

【図 1 2】

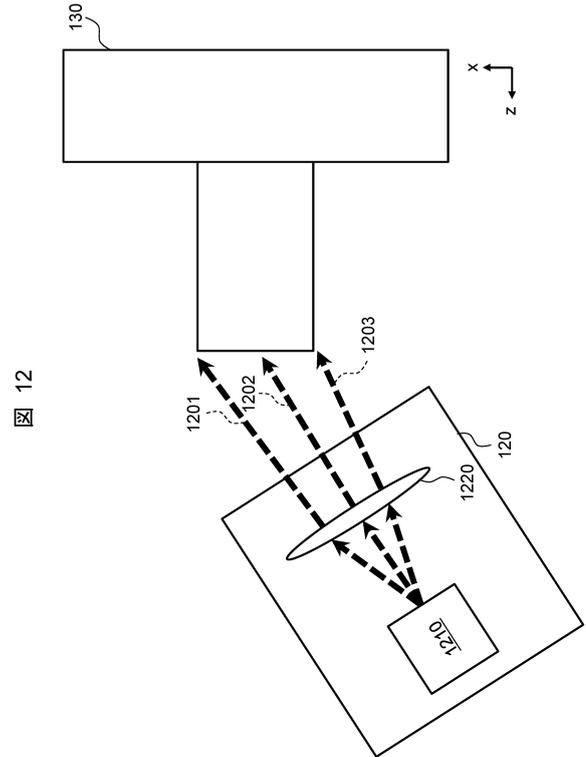


図 12

【図 1 3】

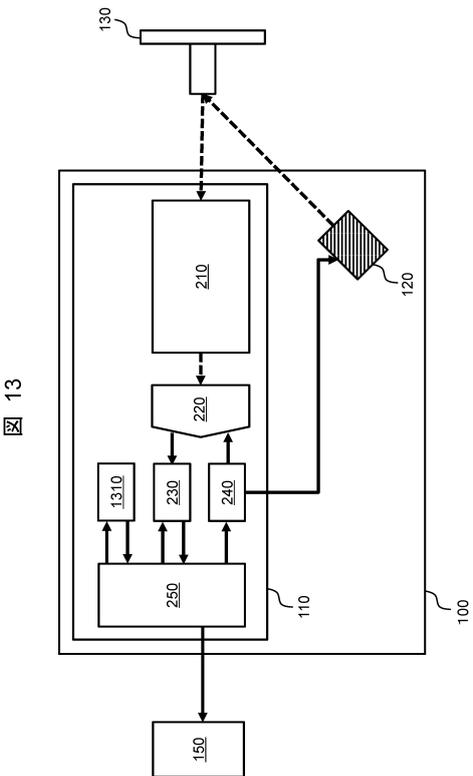


図 13

【図 1 4】

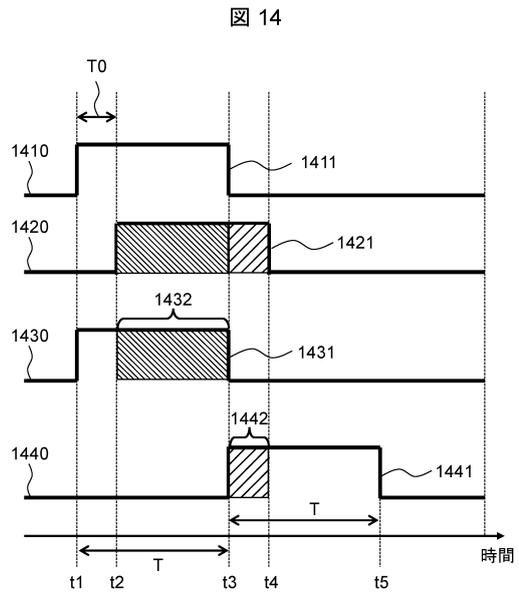


図 14

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 健史

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 大沼 直人

東京都千代田区神田淡路町二丁目101番地 株式会社日立ビルシステム内

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 国際公開第2016/163355(WO, A1)

中国特許出願公開第105173949(CN, A)

特開2013-147315(JP, A)

国際公開第2006/073015(WO, A1)

特開2002-274765(JP, A)

国際公開第98/53327(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01P 3/00 - 3/80

B66B 1/00 - 5/28

G01B11/00 - 11/30