(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7283560号
(P7283560)

(45)発行日　令和5年5月30日(2023.5.30)

(24)登録日　令和5年5月22日(2023.5.22)

(51)国際特許分類		FI		
G01S	*7/481(2006.01)*	G01S	7/481	A
G01C	*3/06 (2006.01)*	G01C	3/06	120Q
		G01C	3/06	140

請求項の数　9　（全21頁）

(21)出願番号	特願2021-550813(P2021-550813)
(86)(22)出願日	令和1年10月1日(2019.10.1)
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/038759
(87)国際公開番号	WO2021/064863
(87)国際公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)
審査請求日	令和4年3月7日(2022.3.7)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東 忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東 忠彦
(72)発明者　江尻 革
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内
(72)発明者　柳井 康祐
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内
(72)発明者　藤吉 新一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　レーザセンサ、ミラー制御方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザ光を、互いに直交する第１の方向及び第２の方向に回転する走査ミラーで反射して走査角度範囲を走査することで、測定対象を２次元的に走査するレーザセンサであって、

前記測定対象までの距離及び方位角度に基づき設定された、前記走査角度範囲と前記走査角度範囲の前記第２の方向へのシフト量とを含む画角パラメータのうち、前記シフト量に基づき画角変更を検出すると、変更直後の１フレーム目を示す信号とシフト変更量を出力する画角変更検出手段と、

少なくとも前記シフト変更量を用いて、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成する修正量生成手段と、

前記信号に応答して、前記１フレーム目では前記シフト量を前記シフト修正量で修正した修正シフト量と、前記走査角度範囲を前記走査角度範囲修正量で修正した修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力し、２フレーム目以降では前記シフト量と前記走査角度範囲とを含む前記画角パラメータを出力する画角パラメータ修正手段と、

前記走査ミラーを前記第１の方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第１の駆動信号を生成して前記走査ミラーを駆動すると共に、前記画角パラメータ修正手段の出力に基づいて、前記走査ミラーを前記第２の方向に回転駆動するリニアな波形を有する第２の駆動信号を生成してローパスフィルタを通して前記走査ミラーを駆動する駆動手段と、

を備えた、レーザセンサ。

【請求項２】

前記修正量生成手段は、前記シフト変更量に基づき参照テーブルを参照し、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を読み出して出力する、請求項１記載のレーザセンサ。

【請求項３】

前記修正量生成手段は、前記シフト変更量、前記走査角度範囲、及び前記ローパスフィルタのカットオフ周波数から求めた、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応する前記シフト修正量及び前記走査角度範囲修正量を算出して出力する、請求項１記載のレーザセンサ。

【請求項４】

前記第１の方向は水平方向であり、

前記第２の方向は垂直方向であり、

前記ノンリニアな波形を有する前記第１の駆動信号は正弦波であり、

前記リニアな波形を有する前記第２の駆動信号は鋸波である、請求項１乃至３のいずれか１項記載のレーザセンサ。

【請求項５】

前記修正量生成手段は、

前記レーザ光が、前記レーザセンサからある距離だけ離れた位置において、前記走査角度範囲の一端から他端までを、前記第１の方向に移動する距離に相当する幅を有し、前記走査角度範囲の最下点から最上点までを、前記第２の方向に移動する距離に相当する高さを有する測定範囲の前記垂直方向に沿った下方移動時の想定ズレ量がｄの場合、前記走査角度範囲及び前記シフト量を、前記測定範囲の移動直後の１フレーム目の測定範囲全体をｄ／２だけ下方へオフセットすると共に、前記垂直方向に沿った上下の高さをｄだけ狭めて、前記測定範囲の移動直後の１フレーム目と、２フレーム目以降とで画角を同等に制御し、

前記測定範囲の前記垂直方向に沿った上方移動時の想定ズレ量がｄの場合、前記走査角度範囲及び前記シフト量を、前記測定範囲の移動直後の１フレーム目の測定範囲全体をｄ／２だけ上方へオフセットすると共に、前記垂直方向に沿った上下の高さをｄだけ広げて、前記測定範囲の移動直後の１フレーム目と、２フレーム目以降とで画角を同等に制御する、請求項４記載のレーザセンサ。

【請求項６】

走査された前記走査角度範囲内に前記測定対象が存在する場合に、前記測定対象の対象データを抽出する対象抽出手段と、

抽出された前記対象データから、前記測定対象の重心位置までの距離を算出し、前記レーザ光の投光角度を示す投光角度データと抽出された前記対象データから、前記測定対象の重心位置までの方位角度を算出する第１の算出手段と、

前記測定対象の前記重心位置までの距離及び前記方位角度に基づき、前記走査角度範囲と前記シフト量の夫々の設定値を、前記測定対象が前記走査角度範囲の中心付近で検知されるように算出する第２の算出手段と、

を更に備えた、請求項１乃至５のいずれか１項記載のレーザセンサ。

【請求項７】

レーザセンサにおいて、レーザ光を、互いに直交する第１の方向及び第２の方向に回転する走査ミラーで反射して走査角度範囲を走査することで、測定対象を２次元的に走査させるミラー制御方法であって、

前記レーザセンサの投光ユニットが、

前記測定対象までの距離及び方位角度に基づき設定された、前記走査角度範囲と前記走査角度範囲の前記第２の方向へのシフト量とを含む画角パラメータのうち、前記シフト量に基づき画角変更を検出すると、変更直後の１フレーム目を示す信号とシフト変更量を出力し、

少なくとも前記シフト変更量を用いて、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成し、

前記信号に応答して、前記１フレーム目では前記シフト量を前記シフト修正量で修正し

た修正シフト量と、前記走査角度範囲を前記走査角度範囲修正量で修正した修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力し、
前記走査ミラーを前記第１の方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第１の駆動信号を生成して前記走査ミラーを駆動すると共に、前記修正画角パラメータの出力に基づいて、前記走査ミラーを前記第２の方向に回転駆動するリニアな波形を有する第２の駆動信号を生成してローパスフィルタを通して前記走査ミラーを駆動し、
２フレーム目以降では前記シフト量と前記走査角度範囲とを含む前記画角パラメータを出力し、
前記走査ミラーを前記第１の方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第３の駆動信号を生成して前記走査ミラーを駆動すると共に、前記画角パラメータの出力に基づいて、前記走査ミラーを前記第２の方向に回転駆動するリニアな波形を有する第４の駆動信号を生成して前記ローパスフィルタを通して前記走査ミラーを駆動する、
処理を実行する、ミラー制御方法。
【請求項８】
レーザ光を、互いに直交する第１の方向及び第２の方向に回転する走査ミラーで反射して走査角度範囲を走査することで、測定対象を２次元的に走査するレーザセンサにおけるコンピュータに、
前記測定対象までの距離及び方位角度に基づき設定された、前記走査角度範囲と前記走査角度範囲の前記第２の方向へのシフト量とを含む画角パラメータのうち、前記シフト量に基づき画角変更を検出すると、変更直後の１フレーム目を示す信号とシフト変更量を出力し、
少なくとも前記シフト変更量を用いて、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成し、
前記信号に応答して、前記１フレーム目では前記シフト量を前記シフト修正量で修正した修正シフト量と、前記走査角度範囲を前記走査角度範囲修正量で修正した修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力すると共に、２フレーム目以降では前記シフト量と前記走査角度範囲とを含む前記画角パラメータを出力し、
前記走査ミラーを前記第１の方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第１の駆動信号を生成して前記走査ミラーを駆動させると共に、前記修正画角パラメータ又は前記画角パラメータの出力に基づいて、前記走査ミラーを前記第２の方向に回転駆動するリニアな波形を有する第２の駆動信号を生成してローパスフィルタを通して前記走査ミラーを駆動させる、
処理を実行させるためのプログラム。
【請求項９】
請求項８記載のプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、レーザセンサ、ミラー制御方法、及びプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
レーザセンサは、レーザ光を例えば水平方向及び垂直方向に回転するミラーで反射して、測定対象を２次元的に走査することで、測定対象までの距離等を測定できる。レーザセンサの画角が固定の場合、測定対象までの距離が遠くなると、測定範囲は広くなるが解像度は低下し、測定対象までの距離が近くなると、測定範囲は狭くなるが解像度は向上する。そこで、解像度を維持して測定範囲を拡大するため、測定対象の動きに応じて画角を動的に変更して測定範囲を変更する方法が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。
【０００３】
なお、フィードバックを用いてミラーの駆動信号を補正することが提案されている（例えば、特許文献２及び特許文献３を参照）。しかし、フィードバックを用いた補正では、

測定範囲が垂直方向に移動した直後の１フレーム目を補正することはできない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開２０１７－１８１２０９号公報
特開２０１１－１８０２９４号公報
特開２０１３－２０５７７０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
例えば、ミラーの水平方向の駆動信号にはノンリニアな波形の一例である正弦波を用い、ミラーの垂直方向の駆動信号にはリニアな波形の一例である鋸波を用いる。この場合、ミラーの垂直方向の駆動信号に用いる鋸波は、鋸波の上下端の鋭角部分（山と谷の部分）において共振点励起による振動の発生を抑制するために、ローパスフィルタ（ＬＰＦ：Low-Pass Filter）を通してミラーを駆動する。これにより、共振点励起による振動の発生は抑制されるが、ＬＰＦの特性により高周波成分が除去されるため、鋸波の上下端の鋭角部分が丸まった波形になる。
【０００６】
鋸波の上下端の鋭角部分の丸まりの程度は、上下端の鋭角部分の直前の直線部の傾きに依存する。このため、レーザセンサの画角が固定の場合は、鋸波の上下端の鋭角部分の丸まりの程度は一定である。従って、例えば鋸波の上下端の鋭角部分の丸まりの程度が一定である部分を除外した駆動信号でミラーを駆動することで、測定対象に対するレーザセンサの垂直方向の測定精度の低下を防げる。
【０００７】
これに対し、レーザセンサの画角が動的に変更され、測定範囲が上方又は下方に移動した場合は、移動直後の１フレーム目の上下端の鋭角部分の丸まりの程度が変化する。測定範囲が例えば下方に移動した場合、駆動信号が鋸波の下端を基準としているため、移動直後の１フレーム目の上端の鋭角部分の直前の直線部の傾きが比較的緩やかであり、駆動信号の高周波成分が比較的少ないため、上端の鋭角部分の丸まりは比較的小さい。一方、測定範囲が例えば上方に移動した場合、移動直後の１フレーム目の上端の鋭角部分の直前の直線部の傾きが急であり、駆動信号の高周波成分が多いため、上端の鋭角部分の丸まりは大きい。これは、駆動信号が鋸波の下端を基準としているため、測定範囲が上方に移動した場合は、移動直後の１フレーム目の上端の鋭角部分の直前の直線部が長くなるためである。
【０００８】
なお、駆動信号が鋸波の下端を基準としているため、測定範囲が上方又は下方に移動した場合、移動直後の１フレーム目の下端の鋭角部分の直前の直線部の傾きは緩やかであり、駆動信号の高周波成分が少ないため、下端の鋭角部分の丸まりは無視し得る程度に小さい。
【０００９】
測定範囲が垂直方向に移動した直後の１フレーム目の上端の鋭角部分の丸まりの程度が変化すると、垂直方向の測定範囲が変化してしまい、１フレーム目の画角が２フレーム目以降の画角と異なってしまう。測定範囲が垂直方向に移動した直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで画角が異なると、１フレーム目と２フレーム目とで測定対象の垂直方向の位置及び大きさが変化してしまうので、特に移動速度が速い測定対象に対するレーザセンサの測定精度が低下してしまう。
【００１０】
上記の如く、測定対象の動きに応じて画角を動的に変更して測定範囲を変更するレーザセンサでは、リニアな駆動波形をＬＰＦを通してミラーを駆動することで、駆動波形の上下端の鋭角部分（山と谷の部分）において共振点励起による振動の発生を抑制する。しか

し、このようにして共振点励起による振動の発生を抑制すると、ＬＰＦの特性により高周波成分が除去されるため、駆動波形の上下端の鋭角部分が丸まった波形になる。このため、測定範囲が所定方向に移動した直後の１フレーム目の所定方向上の端の鋭角部分の丸まりの程度が変化すると、１フレーム目の画角が２フレーム目以降の画角と異なってしまう。測定範囲が移動した直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで画角が異なると、１フレーム目と２フレーム目とで測定対象の所定方向の位置及び大きさが変化してしまうので、特に移動速度が速い測定対象に対するレーザセンサの測定精度が低下してしまう。

【００１１】

そこで、１つの側面では、測定範囲が所定方向に移動した直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで画角を同等に制御することができるレーザセンサ、ミラー制御方法、及びプログラム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】

【００１２】

１つの案によれば、レーザ光を、互いに直交する第１の方向及び第２の方向に回転する走査ミラーで反射して走査角度範囲を走査することで、測定対象を２次元的に走査するレーザセンサであって、前記測定対象までの距離及び方位角度に基づき設定された、前記走査角度範囲と前記走査角度範囲の前記第２の方向へのシフト量とを含む画角パラメータのうち、前記シフト量に基づき画角変更を検出すると、変更直後の１フレーム目を示す信号とシフト変更量を出力する画角変更検出手段と、少なくとも前記シフト変更量を用いて、前記１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成する修正量生成手段と、前記信号に応答して、前記１フレーム目では前記シフト量を前記シフト修正量で修正した修正シフト量と、前記走査角度範囲を前記走査角度範囲修正量で修正した修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力し、２フレーム目以降では前記シフト量と前記走査角度範囲とを含む前記画角パラメータを出力する画角パラメータ修正手段と、前記走査ミラーを前記第１の方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第１の駆動信号を生成して前記走査ミラーを駆動すると共に、前記画角パラメータ修正手段の出力に基づいて、前記走査ミラーを前記第２の方向に回転駆動するリニアな波形を有する第２の駆動信号を生成してローパスフィルタを通して前記走査ミラーを駆動する駆動手段と、を備えたレーザセンサが提供される。

【発明の効果】

【００１３】

一態様によれば、測定範囲が所定方向に移動した直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで画角を同等に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】一実施例におけるレーザセンサの一例を説明する図である。
【図２】図１に示す演算回路の一例を示す機能ブロック図である。
【図３】コンピュータの一例を示すブロック図である。
【図４】センサ本体の筐体の一例を示す図である。
【図５】距離測定処理の一例を説明するフローチャートである。
【図６】第１実施例における画角パラメータ修正回路の一例を示す機能ブロック図である。
【図７】第１実施例における画角パラメータ修正回路の処理の一例を説明するフローチャートである。
【図８】参照テーブルの一例を示す図である。
【図９】垂直方向の測定範囲の一例を説明する図である。
【図１０】測定範囲の下方移動時の処理を説明する図である。
【図１１】測定範囲の上方移動時の処理を説明する図である。
【図１２】第２実施例における画角パラメータ修正回路の一例を示す機能ブロック図である。
【図１３】第２実施例における画角パラメータ修正回路の処理の一例を説明するフローチ

ャートである。
【図１４】画角パラメータを修正しない場合の測定範囲の垂直方向の移動の一例を説明する図である。
【図１５】画角パラメータを修正しない場合の測定範囲の下方移動時を説明する図である。
【図１６】画角パラメータを修正した場合の測定範囲の垂直方向の移動の一例を説明する図である。
【図１７】画角パラメータを修正した場合の測定範囲の下方移動時を説明する図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下に、開示のレーザセンサ、ミラー制御方法、及びプログラムの各実施例を図面と共に説明する。
【実施例】
【００１６】
図１は、一実施例におけるレーザセンサの一例を示す図である。図１に示すレーザセンサは、センサ本体１と、コンピュータ４とを有する。センサ本体１は、投光ユニット２と、受光ユニット３と、演算回路５とを有する。
【００１７】
投光ユニット２は、画角パラメータ修正回路２０、センサ駆動制御回路２１、レーザ駆動回路２２、レーザダイオード２３、２軸の走査ミラー２４、２軸のミラーコントローラ２５、及び投光レンズ２６を有する。レーザダイオード２３は、レーザ光源の一例である。２軸の走査ミラー２４は、例えば２次元ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical System）ミラーで形成可能である。画角パラメータ修正回路２０は、後述するように、演算回路５が出力する、走査角度範囲とシフト量を含む画角パラメータ（又は、画角制御量）を修正して、センサ駆動制御回路２１に供給する。センサ駆動制御回路２１は、レーザダイオード２３の発光タイミングを示す発光タイミング信号をレーザ駆動回路２２に供給する。
【００１８】
レーザ駆動回路２２は、発光タイミング信号が示す発光タイミングで、レーザダイオード２３を発光させる。また、センサ駆動制御回路２１は、走査ミラー２４を２軸で駆動する駆動制御信号をミラーコントローラ２５に供給する。ミラーコントローラ２５は、駆動制御信号に従って走査ミラー２４を２軸で駆動する駆動信号を出力し、周知の駆動部（図示せず）で走査ミラー２４を駆動する。例えば、走査ミラー２４の水平方向の駆動には、ノンリニアな波形の一例である正弦波の駆動信号（例えば、駆動電流）を用い、走査ミラー２４の水平方向とは直交する垂直方向の駆動には、リニアな波形の一例である鋸波の駆動信号（例えば、駆動電流）を用いる。ミラーコントローラ２５は、走査ミラー２４の垂直方向の駆動に用いる鋸波の駆動信号が、鋸波の上下端の鋭角部分において共振点励起による振動の発生を抑制するためのＬＰＦ２５０を含む。走査ミラー２４の垂直方向の駆動に用いる鋸波の駆動信号は、ＬＰＦ２５０を通して走査ミラー２４を駆動する。このため、共振点励起による振動の発生は抑制され、ＬＰＦ２５０の特性により高周波成分が除去されるので、図１４と共に後述するように、鋸波の上下端の鋭角部分が丸まった波形になる。
【００１９】
なお、走査ミラー２４の水平方向の駆動にリニアな波形の駆動信号を用い、走査ミラー２４の垂直方向の駆動にノンリニアな波形の駆動信号を用いても良い。水平方向は、第１の方向の一例であり、垂直方向は、水平方向（第１の方向）とは直交する第２の方向の一例である。レーザセンサは、例えば水平面に対して任意の角度配置を有しても良い。
【００２０】
走査ミラー２４のミラー角度は、周知の検出部（図示せず）が検出し、ミラー角度を示す角度信号をミラーコントローラ２５に供給する。図１では説明の便宜上、走査ミラー２４が、上記の駆動部及び検出部を含む形で図示されている。ミラーコントローラ２５は、角度信号に従って、走査ミラー２４のミラー角度を表すミラー角度データを生成して演算

回路５に供給する。これにより、レーザダイオード２３から出射されたレーザ光は、走査ミラー２４で反射（又は、偏向）されて、投光レンズ２６を介して走査角度範囲を走査する、例えばラスタ走査を行う。

【００２１】

このようなラスタ走査により、センサ本体１からある距離だけ離れた位置では、レーザ光（又は、レーザパルス）が測定範囲を走査する。この測定範囲は、レーザ光がセンサ本体１からある距離だけ離れた位置において、走査角度範囲の一端から他端までを、例えば水平面（又は、地面）と略平行に移動する距離に相当する幅を有する。また、この測定範囲は、レーザ光がセンサ本体１からある距離だけ離れた位置において、走査角度範囲の最下点から最上点までを、水平面とは直交する垂直方向に移動する距離に相当する高さを有する。つまり、測定範囲は、センサ本体１から一定距離だけ離れた位置でレーザ光により走査される領域全体のことを指す。従って、レーザ光の発光タイミングが一定であると、センサ本体１からの距離が短くなる程、測定範囲は狭くなり、測定範囲内のサンプリング密度がより密となる。これに対し、レーザ光の発光タイミングが一定であると、センサ本体１からの距離が長くなる程、測定範囲は広くなり、測定範囲内のサンプリング密度がより粗となる。

【００２２】

受光ユニット３は、受光レンズ３１、光検出器３２、及び距離計測回路３３を有する。測定対象１００からの反射光は、受光レンズ３１を介して光検出器３２で検出される。光検出器３２は、検出した反射光を表す受光信号を距離計測回路３３に供給する。距離計測回路３３は、投光ユニット２からレーザ光を出射してから、レーザ光が測定対象１００で反射されて受光ユニット３へ戻ってくるまでの往復時間（ＴＯＦ：Time Of Flight）ΔＴを計測する。これにより、距離計測回路３３は、測定対象１００までの距離を光学的に計測し、計測した距離を示す距離データを演算回路５に供給する。ここで、光速をｃ（約３０万ｋｍ／ｓ）で表すと、測定対象１００までの距離は、例えば（ｃ×ΔＴ）／２から求めることができる。

【００２３】

図２は、図１に示す演算回路の一例を示す機能ブロック図である。演算回路５は、例えばプロセッサで形成可能である。プロセッサが、メモリに格納されたプログラムを実行することで、図２に示す各モジュール５１～５４の機能を実行可能である。この例では、演算回路５は、３次元データ及び距離画像生成モジュール５１、距離計測モジュール５２、走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３、及び画像処理及び対象抽出モジュール５４を有する。演算回路５は、測定された測定対象までの距離と検知された測定対象の方位とに応じて、サンプリング密度が一定以上となるように測定範囲を変更する変更手段の一例である。測定範囲の変更は、測定範囲の大きさを広げたり狭めたりすることを意味する。測定範囲の大きさは、走査角度範囲の幅を広げることで広がり、走査角度範囲の幅を狭めることで狭められる。

【００２４】

３次元データ及び距離画像生成モジュール５１は、ミラー角度データと、距離データとを入力し、距離データから距離画像を生成し、距離画像とミラー角度データから３次元データを生成する、距離画像生成手段の一例である。また、３次元データ及び距離画像生成モジュール５１は、ミラー角度データから、レーザ光の投光角度を示す投光角度データを生成する。距離画像は、ラスタ走査されたサンプル順に、各測距点における距離値を配列した画像である。３次元データは、距離値と投光角度データを用いて変換することで生成可能である。３次元データは、コンピュータ４に出力可能である。また同様に、距離画像もコンピュータ４に出力可能である。

【００２５】

画像処理及び対象抽出モジュール５４は、ラスタ走査された走査角度範囲内に測定対象１００が存在する場合に、この距離画像から測定対象１００のデータを抽出する、対象抽出手段の一例である。距離画像から測定対象１００を抽出する方法は特に限定されず、例

えば周知の方法で測定対象１００を抽出可能である。例えば、測定対象１００が人間であれば、距離画像から人間が取り得る姿勢等の形状を検知することで、測定対象１００を抽出することができる。また、対象指定の別例として、取得された距離画像又は３次元像をディスプレイに表示し、その画面の所望の位置をマウス等で指定（クリック）又は範囲を指定する抽出方法もある。画像処理及び対象抽出モジュール５４は、投光角度データと、距離データと、抽出された測定対象１００のデータ（以下、「対象データ」とも言う）を距離計測モジュール５２に供給し、対象データを走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３に供給する。

【００２６】

距離計測モジュール５２は、抽出された対象データから、測定対象１００の重心位置までの距離を算出し、投光角度データと抽出された対象データから、測定対象１００の例えば重心位置までの方位角度を算出する、第１の算出手段（又は、第１の算出部）の一例である。測定対象１００の重心を算出する方法は特に限定されず、例えば周知の方法で算出可能である。また、測定対象１００までの方位角度を算出する方法は特に限定されず、例えば周知の方法で算出可能である。

【００２７】

走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、測定対象１００の重心位置までの距離及び方位角度に基づき、走査角度範囲と、走査角度範囲のシフト量の夫々の設定値を算出する。走査角度範囲と、走査角度範囲のシフト量の夫々の設定値は、予めコンピュータ４から入力している所望のサンプリング間隔（即ち、サンプリング密度）となり、測定対象１００が走査角度範囲の中心付近で検知されるように算出する。走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、測定対象１００の重心位置までの距離と方位角度に基づき、走査角度範囲とシフト量の設定値を、測定対象１００が走査角度範囲の中心付近で検知されるように算出する第２の算出手段（第２の算出部）の一例である。走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、設定値をセンサ駆動制御回路２１に供給して次の測定に進む。走査角度範囲をシフトすることで、走査角度範囲の中心をシフトして、走査角度範囲がカバーする領域を変更することができる。走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、走査ミラー２４を２軸で駆動する駆動制御信号をミラーコントローラ２５に供給するためのミラー駆動条件を、画角パラメータ修正回路２０を介してセンサ駆動制御回路２１に設定する、設定手段の一例である。演算回路５は、上記の如き処理を繰り返すことで、測定対象１００までの距離が変わっても、レーザ光によるサンプリング点（又は、測距点）の間隔（即ち、サンプリング間隔）が一定以上の計測を行うことが可能となる。サンプリング間隔は、以下「サンプリング密度」とも言う。

【００２８】

ただし、測定距離が短くなり、走査角度範囲が最大走査角度範囲（即ち、走査ミラー２４の最大稼働角度範囲）を超える場合は、最大走査角度範囲で測定を行うことができる。また、走査角度範囲のシフト量が大きくなり、走査角度範囲の片側が最大稼働角度範囲の対応する側（即ち、稼働限界）を超える場合には、最大稼働角度範囲の稼働限界の位置を優先させてシフト量を小さくすることができる。これらの制御は、走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３で行うことができる。これにより、過度な駆動による走査ミラー２４の破損を防ぐことが可能である。

【００２９】

走査角度範囲内に測定対象１００が存在しなくなった場合、画像処理及び対象抽出モジュール５４は、対象データを出力しない。この場合、走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、走査角度範囲を例えば最大走査角度範囲にリセットし、最大走査角度範囲による走査を行うようにしても良い。

【００３０】

コンピュータ４は、例えば図３に示す構成を有しても良い。図３は、コンピュータの一例を示すブロック図である。図３に示すコンピュータ４は、バス４０を介して互いに接続されたプロセッサ４１と、メモリ４２と、入力装置４３と、表示装置４４と、インタフェ

ース（又は、通信装置）４５とを有する。プロセッサ４１は、例えば中央処理装置（ＣＰＵ：Central Processing Unit）等で形成可能であり、メモリ４２に記憶されたプログラムを実行して、コンピュータ４全体の制御を司る。メモリ４２は、例えば半導体記憶装置、磁気記録媒体、光記録媒体、光磁気記録媒体等の、非一時的な（Non-Transitory）コンピュータ読み取り可能な記憶媒体を含む、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体で形成可能である。メモリ４２は、プロセッサ４１が実行する距離測定プログラムを含む各種プログラム、各種データ等を記憶する。

【００３１】

入力装置４３は、ユーザ（又は、操作者）が操作する、例えばキーボード等で形成可能であり、プロセッサ４１にコマンド及びデータを入力するのに用いられる。表示装置４４は、ユーザに対するメッセージ、距離測定処理の測定結果等を表示する。インタフェース４５は、コンピュータ４を他のコンピュータ等と通信可能に接続する。この例では、コンピュータ４は、インタフェース４５を介して演算回路５に接続されている。

【００３２】

なお、コンピュータ４は、当該コンピュータ４の構成要素がバス４０を介して接続されたハードウェア構成に限定されるものではない。コンピュータ４には、例えば汎用コンピュータを用いても良い。

【００３３】

コンピュータ４の入力装置４３及び表示装置４４は、省略可能である。また、コンピュータ４のインタフェース４５を更に省略したモジュール、半導体チップ等の場合、センサ本体１の出力（即ち、演算回路５の出力）は、バス４０に接続されても、プロセッサ４１に直接接続されても良い。例えばコンピュータ４を半導体チップ等で形成した場合、半導体チップ等は、センサ本体１内に設けられていても良い。コンピュータ４は、例えば演算回路５を含んでも良い。この場合、コンピュータ４（即ち、プロセッサ４１及びメモリ４２）は、測定された測定対象までの距離と検知された測定対象の方位とに応じて、サンプリング密度が一定以上となるように測定範囲を変更する変更手段の一例を形成する。

【００３４】

レーザセンサの演算回路５の３次元データ及び距離画像生成モジュール５１は、距離画像と、３次元データとを生成するので、３次元（３Ｄ：３－Dimensional）センサと呼ばれることもある。

【００３５】

図４は、センサ本体の筐体の一例を示す図である。図４では、説明の便宜上、距離測定装置のセンサ本体１が、パーソナルコンピュータ（ＰＣ：Personal Computer）で形成されたコンピュータ４に接続されている例を示す。センサ本体１は、筐体１Ａを有し、投光ユニット２、受光ユニット３、及び演算回路５は、筐体１Ａ内に収納されている。この例では、投光ユニット２の投光レンズ２６及び受光ユニット３の受光レンズ３１が、筐体１Ａの１つの側面に配置されている。

【００３６】

なお、コンピュータ４は、レーザセンサとは別体であっても良い。この場合、レーザセンサは、センサ本体１のみを有し、コンピュータ４は、例えばクラウドコンピューティングシステム等で形成しても良い。また、画角パラメータ修正回路２０、センサ駆動制御回路２１、及びミラーコントローラ２５の少なくとも一部は、演算回路５を形成するプロセッサで形成しても良い。

【００３７】

コンピュータ４は更に、演算回路５、画角パラメータ修正回路２０、センサ駆動制御回路２１、及びミラーコントローラ２５の少なくとも一部の処理を実行しても良い。

【００３８】

図５は、第１実施例における距離測定処理の一例を説明するフローチャートである。図５において、ステップＳ１では、コンピュータ４が、距離測定処理が開始し、サンプリング間隔（サンプリング密度）を含む設定データを設定する。ステップＳ２では、コンピュ

ータ４が、センサ本体１による測定を開始する。
【００３９】
ステップＳ３では、演算回路５の３次元データ及び距離画像生成モジュール５１が、センサ本体１からの測定データを取得する。取得する測定データには、距離計測回路３３からの距離データと、ミラーコントローラ３５からのミラー角度データが含まれる。従って、ステップＳ３では、３次元データ及び距離画像生成モジュール５１が、距離データから３次元データを生成し、３次元データから距離画像を生成し、ミラー角度データから投光角度データを生成する。３次元データは、必要に応じてコンピュータ４へ出力可能である。
【００４０】
ステップＳ４では、演算回路５の画像処理及び対象抽出モジュール５４が、ラスタ走査された走査角度範囲内に測定対象１００が存在するか否かを判定し、判定結果がＮＯであると処理はステップＳ５へ進み、判定結果がＹＥＳであると処理はステップＳ６へ進む。ラスタ走査された走査角度範囲内に測定対象１００が存在するか否かは、周知の方法で判定できる。
【００４１】
ステップＳ５では、画像処理及び対象抽出モジュール５４から対象データが出力されないので、演算回路５の走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３が、走査角度範囲を最大走査角度範囲にリセットし、処理は後述するステップＳ９へ進む。ステップＳ６では、演算回路５の画像処理及び対象抽出モジュール５４が、ラスタ走査された走査角度範囲内に測定対象１００が存在する場合に、この距離画像から測定対象１００を抽出し、抽出された測定対象１００の対象データを求める。
【００４２】
ステップＳ７では、演算回路５の距離計測モジュール５２が、抽出された対象データ及び投光角度データから、測定対象１００の重心位置までの距離及び方位角度を算出し、必要に応じて記憶する。
【００４３】
ステップＳ８では、演算回路５の走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３が、ステップＳ７で算出又は記憶された、測定対象１００の重心位置までの距離及び方位角度に基づき、予めコンピュータ４から入力している所望のサンプリング密度となるように、走査角度範囲と、走査角度範囲のシフト量の夫々の設定値を算出する。ステップＳ９では、演算回路５の走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３が、走査ミラー２４を２軸で駆動する駆動制御信号をミラーコントローラ２５に供給するためのミラー駆動条件を、センサ駆動制御回路２１に設定する。具体的には、走査角度範囲及びシフト量算出モジュール５３は、算出された走査角度範囲と、走査角度範囲のシフト量の夫々の設定値をセンサ駆動制御回路２１に供給する。なお、ステップＳ５において走査角度範囲をリセットしている場合には、ステップＳ９では、リセットされた走査角度範囲に基づいてミラー駆動条件を設定する。
【００４４】
ステップＳ１０では、コンピュータ４が、距離測定処理の終了したか否かを判定し、判定結果がＮＯであると処理はステップＳ３へ戻り、判定結果がＹＥＳであると処理は終了する。従って、ステップＳ１０の判定結果がＹＥＳとなるまで上記の如き処理を繰り返すことで、測定対象１００までの距離が変わっても、サンプリング間隔が一定以上の計測を行うことが可能となる。
【００４５】
本実施例によれば、測定対象までの距離が変動しても、測定範囲内で、一定、又は、一定以上のサンプリング密度で測定対象までの距離を測定できる。これにより、測定範囲を広げて高精度の測定を安定して行いたいという要求と、測定範囲内のサンプリング密度を密にして高い分解能の測定を行いたいという要求との両方を満たすことが可能となる。
【００４６】
図６は、第１実施例における画角パラメータ修正回路の一例を示す機能ブロック図であ

る。図６に示す画角パラメータ修正回路２０－１は、画角変更検出部２０１、修正量参照テーブル部２０２－１、切り替え回路２０３、及び加算回路２０４，２０５を有する。

【００４７】

図１に示す演算回路５からのシフト量は、画角変更検出部２０１及び加算回路２０４に入力される。また、演算回路５からの走査角度範囲は、加算回路２０５に入力される。画角変更検出部２０１は、シフト量から画角変更を検出すると、変更直後の１フレーム目（以下、「変更後１フレーム目」とも言う）を示す信号を切り替え回路２０３に供給すると共に、シフト変更量を修正量参照テーブル部２０２－１に供給する。画角変更検出部２０１は、測定対象１００までの距離及び方位角度に基づき設定された、走査角度範囲と当該走査角度範囲のシフト量とを含む画角パラメータのうち、シフト量に基づき画角変更を検出する画角変更検出手段（又は、画角変更部）の一例である。画角変更検出手段は、変更直後の１フレーム目を示す信号とシフト変更量を出力する。この例では、走査角度範囲のシフト量は、垂直方向へのシフト量である。

【００４８】

修正量参照テーブル部２０２－１は、例えば参照テーブル及び補間部を有し、シフト変更量に基づき参照テーブルを参照し、１フレーム目の想定ズレ量ｄに対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を読み出して切り替え回路２０３に供給する。修正量参照テーブル部２０２－１は、少なくともシフト変更量を用いて、１フレーム目の想定ズレ量ｄに対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成する修正量生成手段（又は、修正量生成部）の一例である。修正量参照テーブル部２０２－１は、参照テーブルがシフト変更量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を格納していない場合には、補間部が前後のシフト変更量を用いた線形補間等により対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を求める。

【００４９】

切り替え回路２０３は、変更後１フレーム目を示す信号に応答して、シフト修正量を加算回路２０４に供給すると共に、走査角度範囲修正量を加算回路２０５に供給する。加算回路２０４は、シフト量とシフト修正量とを加算した修正シフト量を、センサ駆動制御回路２１へ出力する。加算回路２０５は、走査角度範囲と走査角度範囲修正量とを加算した修正走査角度範囲を、図１に示すセンサ駆動制御回路２１へ出力する。切り替え回路２０３及び加算回路２０４，２０５は、変更後１フレーム目を示す信号に応答して、１フレーム目では修正シフト量と修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力する画角パラメータ修正手段（又は、画角パラメータ修正部）の一例である。具体的には、画角パラメータ修正手段は、１フレーム目ではシフト量をシフト修正量で修正した修正シフト量と、走査角度範囲を走査角度範囲修正量で修正した修正走査角度範囲とを含む修正画角パラメータを出力する。画角パラメータ修正手段は、２フレーム目以降ではシフト量と走査角度範囲とを含む画角パラメータを出力する。

【００５０】

この場合、図１に示すセンサ駆動制御回路２１及びミラーコントローラ２５は、走査ミラー２４を水平方向に回転駆動するノンリニアな波形を有する第１の駆動信号を生成して駆動する駆動手段（又は、駆動部）の一例である。駆動手段は、画角パラメータ修正手段の出力に基づいて、走査ミラー２４を垂直方向に回転駆動するリニアな波形を有する第２の駆動信号を生成してミラーコントローラ２５のＬＰＦ２５０を通して駆動する。

【００５１】

図７は、第１実施例における画角パラメータ修正回路２０－１、センサ駆動制御回路２１、及びミラーコントローラ２５の処理の一例を説明するフローチャートである。画角パラメータ修正回路２０－１は、例えばプロセッサで形成可能である。プロセッサが、メモリに格納されたプログラムを実行することで、図６に示す各部２０１，２０２－１，２０３～２０５の機能を実行可能である。

【００５２】

図７において、ステップＳ２１では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行

して、演算回路５からのシフト量が変化したか否かを判定する。ステップＳ２１の判定結果がＹＥＳであると処理はステップＳ２２へ進み、ステップＳ２１の判定結果がＮＯであると処理は後述するステップＳ２５へ進む。ステップＳ２２では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行して、変更後１フレーム目を示す信号を切り替え回路２０３に供給すると共に、変更前後のシフト量からシフト変更量を算出する。ステップＳ２３－１では、プロセッサが修正量参照テーブル部２０２－１の機能を実行して、シフト変更量を用いて１フレーム目の想定ズレ量に対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を参照テーブルから求める。ステップＳ２４では、プロセッサが切り替え回路２０３の機能を実現して、変更後１フレーム目を示す信号に応答して、シフト修正量及び走査角度範囲修正量を加算回路２０４，２０５に供給して画角パラメータを修正する。加算回路２０４は、シフト量とシフト修正量とを加算した修正シフト量を出力し、加算回路２０５は、走査角度範囲と走査角度範囲修正量とを加算した修正走査角度範囲を出力する。

【００５３】

ステップＳ２５では、センサ駆動制御回路２１が加算回路２０４，２０５からの修正シフト量及び修正走査角度範囲に応じた駆動波形の駆動制御信号を生成する。ステップＳ２６では、ミラーコントローラ２５が、駆動制御信号に従って、走査ミラー２４の垂直方向の駆動に用いる鋸波の駆動信号で走査ミラー２４を駆動する。なお、走査ミラー２４の水平方向の駆動に用いる正弦波の駆動信号については、画角パラメータ修正回路２０－１による修正の対象とはならないので、説明は省略する。ステップＳ２６の後、処理はステップＳ２７へ進む。ステップＳ２７では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行して、演算回路５からの次のフレームのシフト量を取得し、処理はステップＳ２１へ戻る。

【００５４】

図８は、参照テーブルの一例を示す図である。図８に示す例では、参照テーブルは、入力の一例であるシフト変更量（％）と、１フレーム目の想定ズレ量（％）と、出力の一例であるシフト修正量（％）及び走査角度範囲修正量（％）とを格納している。参照テーブルのシフト変更量、想定ズレ量、シフト修正量、及び走査角度範囲修正量は、例えばシフト量のみが変化し、走査角度範囲及びＬＰＦ２５０のカットオフ周波数はいずれも変化しないという条件下で予め算出しておくことが可能である。想定ズレ量は、ＬＰＦ２５０のカットオフ周波数とシフト量に応じて変化する。

【００５５】

図９は、垂直方向の測定範囲の一例を説明する図である。この例では、測定対象１００が跳馬の演技を行う体操選手であり、体操選手の動きに合わせて画角を変えている。図９中、ST_Cは、基準の画角における測定範囲を示し、ST_Cを中心として上方に移動した測定範囲をST_Uで示し、ST_Cを中心として下方に移動した測定範囲をST_Dで示す。なお、図９の例では、測定範囲ST_Cで体操選手が跳馬の演技を始め、測定範囲ST_Uで体操選手が跳馬を跳び、測定範囲ST_Dで体操選手が着地している。

【００５６】

図１０は、測定範囲の下方移動時の処理を説明する図である。図１０は、図９において例えば測定範囲をST_CからST_Dへ移動した場合に相当する。想定ズレ量がｄ（deg）の場合、画角パラメータ、即ち、走査角度範囲及びシフト量を、測定範囲の移動直後の１フレーム目についてのみ図１０に示すように変更する。具体的には、１フレーム目の測定範囲全体をｄ／２（deg）だけ下方へオフセットすると共に、上下の高さをｄ（deg）だけ狭める。これにより、測定範囲の移動直後の１フレーム目と、２フレーム目以降とで、画角を同等に制御することができる。

【００５７】

図１１は、測定範囲の上方移動時の処理を説明する図である。図１１は、図９において例えば測定範囲をST_CからST_Uへ移動した場合に相当する。想定ズレ量がｄ（deg）の場合、画角パラメータ、即ち、走査角度範囲及びシフト量を、測定範囲の移動直後の１フレーム目についてのみ図１１に示すように変更する。具体的には、１フレーム目の測定範囲全体をｄ／２（deg）だけ上方へオフセットすると共に、上下の高さをｄ（deg）だけ

広げる。これにより、測定範囲の移動直後の１フレーム目と、２フレーム目以降とで、画角を同等に制御することができる。

【００５８】

図１２は、第２実施例における画角パラメータ修正回路の一例を示す機能ブロック図である。図１２中、図６と同一部分には同一符号を付す。図１２に示す画角パラメータ修正回路２０－２は、画角変更検出部２０１、修正量算出部２０２－２、切り替え回路２０３、及び加算回路２０４，２０５を有する。

【００５９】

図１に示す演算回路５からのシフト量は、画角変更検出部２０１及び加算回路２０４に入力される。また、演算回路５からの走査角度範囲は、修正量算出部２０２－２及び加算回路２０５に入力される。画角変更検出部２０１は、シフト量から画角変更を検出すると、変更後１フレーム目を示す信号を切り替え回路２０３に供給すると共に、シフト変更量を修正量算出部２０２－２に供給する。

【００６０】

修正量算出部２０２－２は、シフト変更量、走査角度範囲、及びミラーコントローラ２５のＬＰＦ２５０のカットオフ周波数から求めた、１フレーム目の想定ズレ量ｄに対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を算出して切り替え回路２０３に供給する。修正量算出部２０２－２は、シフト変更量、走査角度範囲、及びＬＰＦ２５０のカットオフ周波数を用いて１フレーム目の想定ズレ量ｄに対応するシフト修正量及び走査角度範囲修正量を生成する修正量生成手段の一例である。切り替え回路２０３は、変更後１フレーム目を示す信号に応答して、シフト修正量を加算回路２０４に供給すると共に、走査角度範囲修正量を加算回路２０５に供給する。

【００６１】

加算回路２０４は、シフト量とシフト修正量とを加算した修正シフト量を、センサ駆動制御回路２１へ出力する。加算回路２０５は、走査角度範囲と走査角度範囲修正量とを加算した修正走査角度範囲を、図１に示すセンサ駆動制御回路２１へ出力する。

【００６２】

上記第１実施例の場合のように、例えばシフト量のみが変化し、走査角度範囲及びミラーコントローラ２５のＬＰＦ２５０のカットオフ周波数はいずれも変化しないという条件下では、参照テーブルの内容を予め算出しておくことが可能である。一方、走査角度範囲及びミラーコントローラ２５のＬＰＦ２５０のカットオフ周波数が変化する場合には、本実施例のように、画角を動的に変更する際にシフト修正量及び走査角度範囲修正量を算出すれば良い。

【００６３】

図１３は、第２実施例における画角パラメータ修正回路２０－２、センサ駆動制御回路２１、及びミラーコントローラ２５の処理の一例を説明するフローチャートである。図１３中、図７と同一ステップには同一符号を付す。画角パラメータ修正回路２０－２は、例えばプロセッサで形成可能である。プロセッサが、メモリに格納されたプログラムを実行することで、図１２に示す各部２０１，２０２－２，２０３～２０５の機能を実行可能である。

【００６４】

図１３において、ステップＳ２１では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行して、演算回路５からのシフト量が変化したか否かを判定する。ステップＳ２１の判定結果がＹＥＳであると処理はステップＳ２２へ進み、ステップＳ２１の判定結果がＮＯであると処理は後述するステップＳ２５へ進む。ステップＳ２２では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行して、変更後１フレーム目を示す信号を切り替え回路２０３に供給すると共に、変更前後のシフト量からシフト変更量を算出する。ステップＳ２３－２では、プロセッサが修正量算出部２０２－２の機能を実行する。具体的には、プロセッサが、シフト変更量、走査角度範囲、及びミラーコントローラ２５のＬＰＦ２５０のカットオフ周波数から求めた、１フレーム目の想定ズレ量ｄに対応するシフト修正量及び走査

角度範囲修正量を算出する。ステップＳ２４では、プロセッサが切り替え回路２０３の機能を実現して、変更後１フレーム目を示す信号に応答して、シフト修正量及び走査角度範囲修正量を加算回路２０４，２０５に供給して画角パラメータを修正する。加算回路２０４は、シフト量とシフト修正量とを加算した修正シフト量を出力し、加算回路２０５は、走査角度範囲と走査角度範囲修正量とを加算した修正走査角度範囲を出力する。

【００６５】

ステップＳ２５では、センサ駆動制御回路２１が加算回路２０４，２０５からの修正シフト量及び修正走査角度範囲に応じた駆動波形の駆動制御信号を生成する。ステップＳ２６では、ミラーコントローラ２５が、駆動制御信号に従って、走査ミラー２４の垂直方向の駆動に用いる鋸波の駆動信号で走査ミラー２４を駆動する。なお、走査ミラー２４の水平方向の駆動に用いる正弦波の駆動信号については、画角パラメータ修正回路２０－２による修正の対象とはならないので、説明は省略する。ステップＳ２６の後、処理はステップＳ２７へ進む。ステップＳ２７では、プロセッサが画角変更検出部２０１の機能を実行して、演算回路５からの次のフレームのシフト量を取得し、処理はステップＳ２１へ戻る。

【００６６】

図１４は、画角パラメータを修正しない場合の測定範囲の垂直方向の移動の一例を説明する図である。図１４中、縦軸は走査ミラー２４の垂直方向のミラー角度を度（deg）を示し、横軸は時間を秒（ｓ）で示す。また、Ｅ１は、測定範囲を垂直方向に移動した直後の１フレーム目で発生する想定ズレ量を示す。

【００６７】

図１５は、画角パラメータを修正しない場合の測定範囲の下方移動時を説明する図である。図１５中、縦軸は走査ミラー２４の垂直方向のミラー角度を度（deg）を示し、横軸は時間を秒（ｓ）で示す。図１５は、図１４において太い破線で囲まれた部分Ｒ１を拡大して示す。また、Ｆ１は、測定範囲を垂直方向に移動した直後の１フレーム目だけて変化する画角を示す。

【００６８】

図１６は、画角パラメータを修正した場合の測定範囲の垂直方向の移動の一例を説明する図である。図１６中、縦軸は走査ミラー２４の垂直方向のミラー角度を度（deg）を示し、横軸は時間を秒（ｓ）で示す。図１６では、測定範囲を垂直方向に移動した直後の１フレーム目で、図１４に示す如き想定ズレ量Ｅ１が発生しない。

【００６９】

図１７は、画角パラメータを修正した場合の測定範囲の下方移動時を説明する図である。図１７中、縦軸は走査ミラー２４の垂直方向のミラー角度を度（deg）を示し、横軸は時間を秒（ｓ）で示す。図１７は、図１６において太い破線で囲まれた部分Ｒ２を拡大して示す。図１７では、Ｆ２で示すように、測定範囲を垂直方向に移動した直後の１フレーム目と、２フレーム目以降とで、画角が一致している。

【００７０】

上記の各実施例では、３Ｄセンサの走査ミラーを用いた画角制御において、測定対象の位置に応じて決定された、走査角度範囲とシフト量を含む画角パラメータを取得する。取得した画角パラメータを適用した走査ミラーの制御を実施する前に、画角パラメータに基づき画角変更が行われるか否かを判定する。画角変更を行うと判定した場合、画角変更が行われる（変更直後の）１フレーム目に適用する、走査角度範囲修正量とシフト修正量を含む調整用の修正量を決定する。この場合、画角パラメータを調整用の修正量で修正した画角パラメータ、即ち、走査角度範囲とシフト量を夫々走査角度範囲修正量とシフト修正量で修正した修正走査角度範囲と修正シフト量で走査ミラーの制御を実施する。また、この場合、２フレーム目以降については、走査角度範囲とシフト量を含む画角パラメータを適用した走査ミラーの制御を実施する。一方、画角変更を行わないと判定した場合、走査角度範囲とシフト量を含む画角パラメータを適用した走査ミラーの制御を実施する。上記の各実施例によれば、測定範囲が所定方向に移動した直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで、画角を同等に制御することができる。このため、上記の各実施例によれば、測

定範囲が所定方向に移動しても、１フレーム目と２フレーム目以降とで測定対象の所定方向の位置及び大きさが変化しないので、特に移動速度が速い測定対象に対するレーザセンサの測定精度の低下を抑えることができる。

【００７１】

レーザセンサは、採点支援システム、車載システム等に適用可能である。採点支援システムの一例は、レーザセンサの出力に基づいて、例えば体操演技の採点を支援する。この場合、測定対象１００は、体操選手であり、採点は例えば図１に示すコンピュータ４が採点プログラムを実行することにより行える。コンピュータ４は、演算回路５からの３次元データ及び距離画像に基づき、周知の方法で体操選手の骨格情報を取得すれば良い。体操選手の骨格情報には、各フレームにおける体操選手の各関節の３次元位置が含まれるので、骨格情報から体操演技の技を認識して、技の完成度から体操演技を採点することができる。

【００７２】

体操演技の場合、体操選手の移動速度が速く、レーザセンサの画角を体操選手の位置に応じて移動する必要がある。しかし、上記の各実施例によれば、測定範囲が垂直方向に移動しても、移動直後の１フレーム目と２フレーム目以降とで画角を同等に制御できるので、１フレーム目と２フレーム目以降とで体操選手の垂直方向の位置及び大きさが変化しない。この結果、体操選手の移動速度が速くてもレーザセンサの測定精度の低下を抑えることができ、このようなレーザセンサの出力を用いることで、体操演技の採点を高精度に行うことができ、採点支援システムの信頼性を向上できる。

【００７３】

車載システムの一例は、レーザセンサの出力に基づいて、例えば車両の前方の測定対象１００の位置、種類等を認識する。この場合、測定対象１００の種類は歩行者、他の車両等を含み、測定対象１００の認識は例えば図１に示すコンピュータ４が認識プログラムを実行することで行える。コンピュータ４は、演算回路５からの３次元データ及び距離画像に基づき、周知の方法で測定対象１００の形状情報を取得すれば良い。測定対象１００の形状情報には、各フレームにおける測定対象１００の各部の３次元位置が含まれるので、形状情報から測定対象１００の位置、種類等を認識して接近の度合、危険度等を判断することができる。なお、レーザセンサを車載システムに適用した場合、レーザセンサ自体が搭載されている車両と共に移動するので、測定対象１００の相対的な移動速度が速い場合がある。しかし、相対的な移動速度が速い測定対象１００に対しても、上記の各実施例によれば、レーザセンサの測定精度の低下を抑えることができるので、測定対象１００の位置、種類等を高精度に認識することができ、車載システムの信頼性を向上できる。

【００７４】

なお、上記の各実施例に付されている第１、第２等の連番は、好ましい実施例の優先順位を表すものではない。

【００７５】

以上、開示のレーザセンサ、ミラー制御方法、及びプログラムを実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能であることは言うまでもない。

【符号の説明】

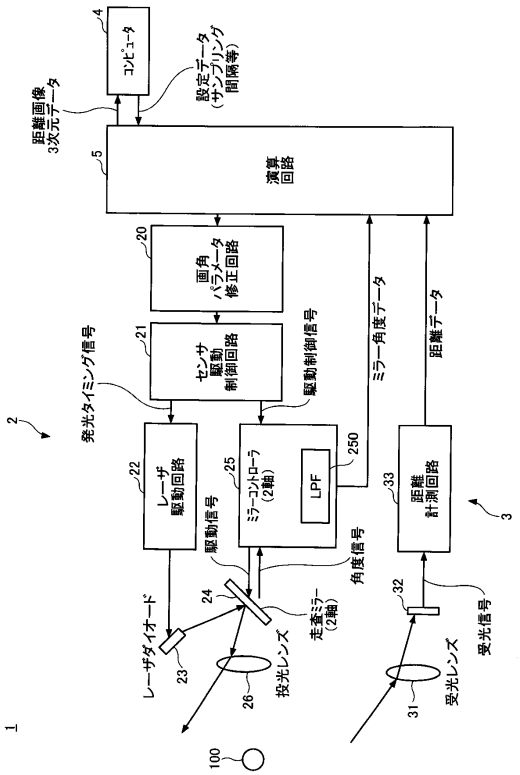
【００７６】

１　センサ本体
１Ａ　筐体
２　投光ユニット
３　受光ユニット
４　コンピュータ
５　演算回路
２０，２０－１，２０－２　画角パラメータ修正回路
２１　センサ駆動制御回路

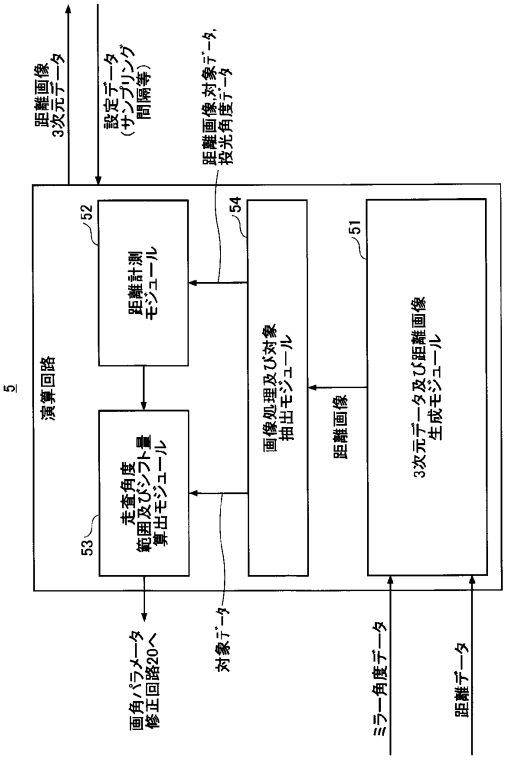
２２　　レーザ駆動回路
２３　　レーザダイオード
２４　　走査ミラー
２５　　ミラーコントローラ
２６　　投光レンズ
３１　　受光レンズ
３２　　光検出器
３３　　距離計測回路
４１　　プロセッサ
４２　　メモリ
５１　　３次元データ及び距離画像生成モジュール
５２　　距離計測モジュール
５３　　走査角度範囲及びシフト量算出モジュール
５４　　画像処理及び対象抽出モジュール
５５　　データ出力モジュール
２０１　　画角変更検出部
２０２－１　　修正量参照テーブル部
２０２－２　　修正量算出部
２０３　　切り替え回路
２０４，２０５　　加算回路
２５０　　ＬＰＦ

【図面】

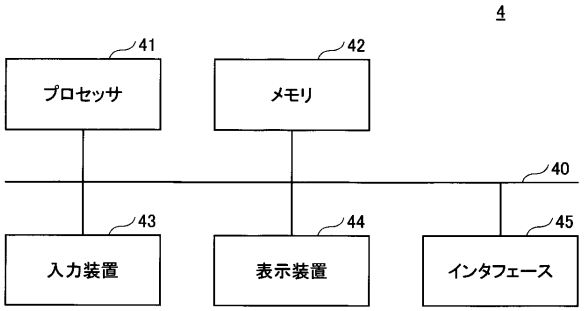
【図１】



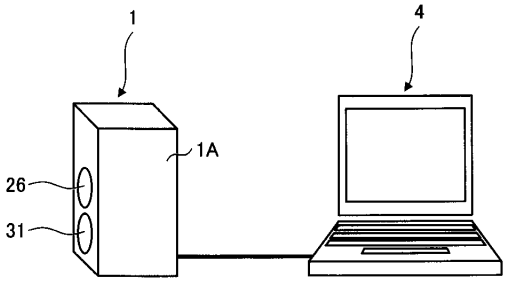
【図２】



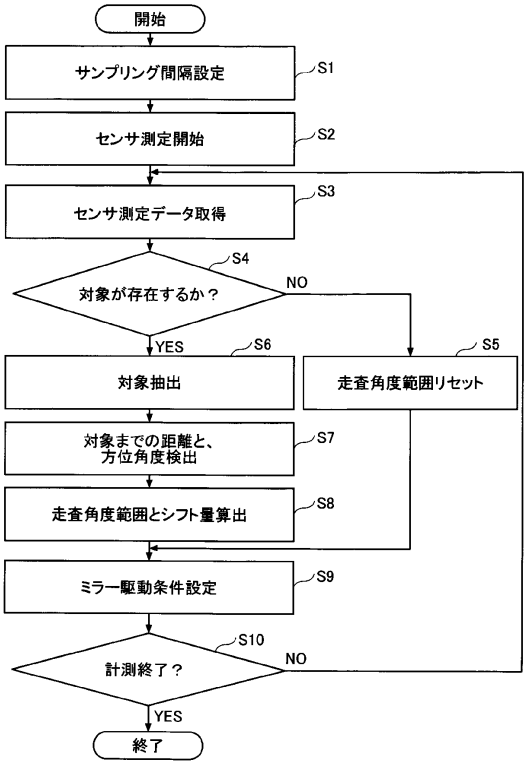
【図３】


4
41
プロセッサ
42
メモリ
40
43
入力装置
44
表示装置
45
インタフェース

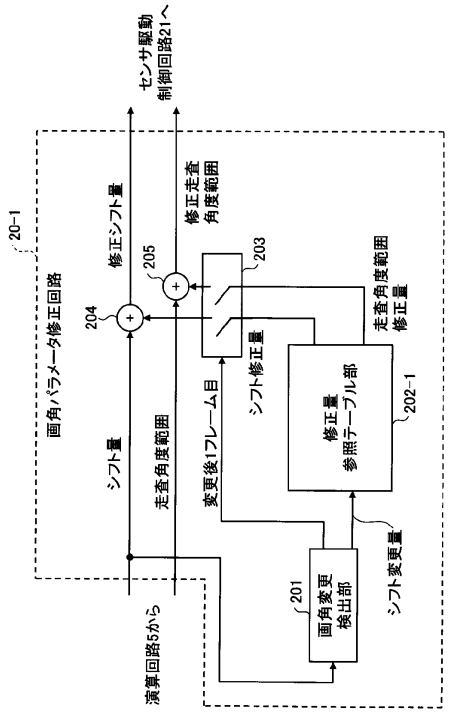
【図４】


1
4
1A
26
31

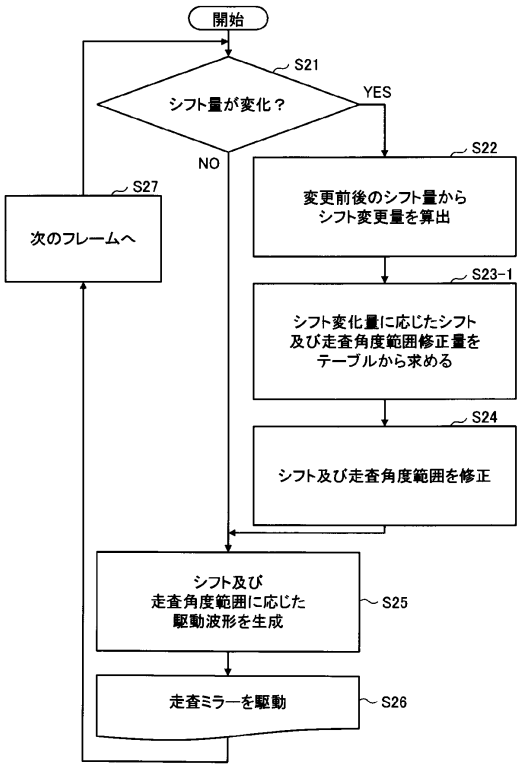
【図５】


開始
サンプリング間隔設定
S1
センサ測定開始
S2
センサ測定データ取得
S3
対象が存在するか？
S4
NO
YES
対象抽出
S6
走査角度範囲リセット
S5
対象までの距離と、
方位角度検出
S7
走査角度範囲とシフト量算出
S8
ミラー駆動条件設定
S9
計測終了？
S10
NO
YES
終了

【図６】


センサ駆動
制御回路21へ
20-1
画角パラメータ修正回路
修正シフト量
修正走査
角度範囲
205
203
204
走査角度範囲
修正量
シフト修正量
シフト量
走査角度範囲
変更後1フレーム目
修正量
参照テーブル部
202-1
201
画角変更
検出部
シフト変更量
演算回路5から

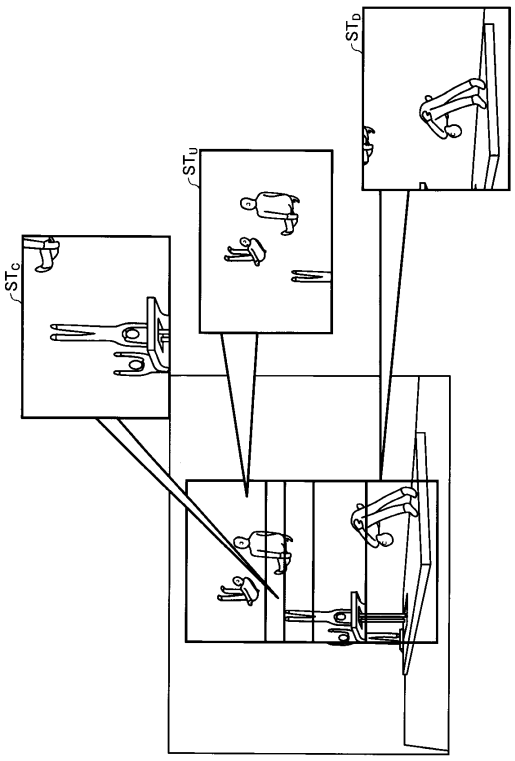
【図７】



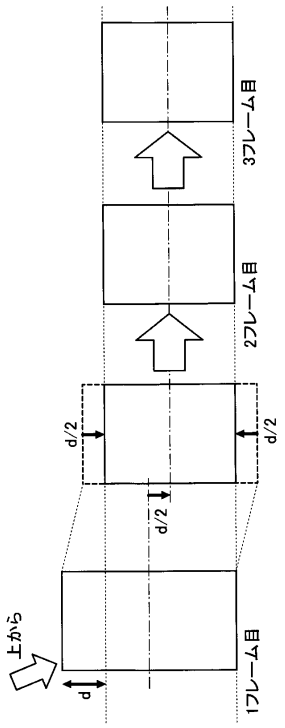
【図８】

入力		出力	
シフト変更量（%）	想定ズレ量（%）	シフト修正量（%）	走査角度範囲修正量（%）
+25	2.5	+1.25	+2.5
+20	2.0	+1.0	+2.0
+15	1.5	+0.75	+1.5
+10	1.0	+0.5	+1
+5	0.5	+0.25	+0.5
±0	0	0	0
-5	-0.5	-0.25	-0.5
-10	-1.0	-0.5	-1.0
-15	-1.5	-0.75	-1.5
-20	-2.0	-1.0	-2.0
-25	-2.5	-1.25	-2.5

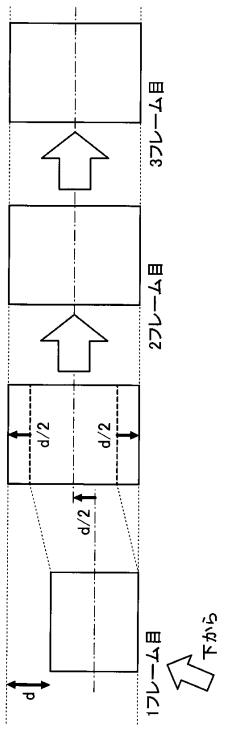
【図９】



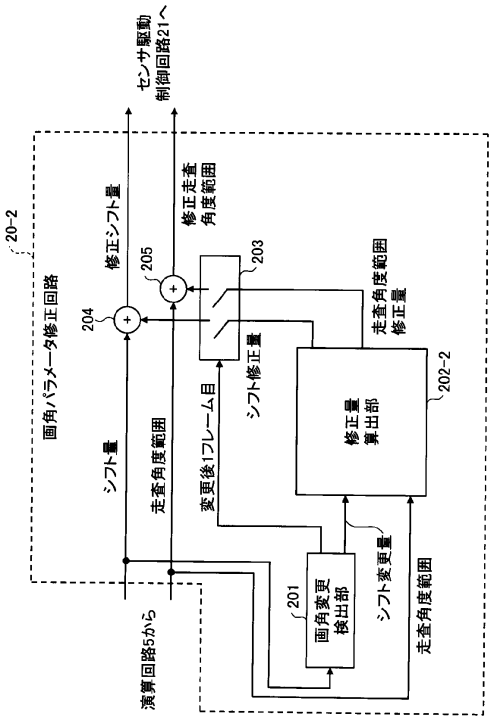
【図１０】



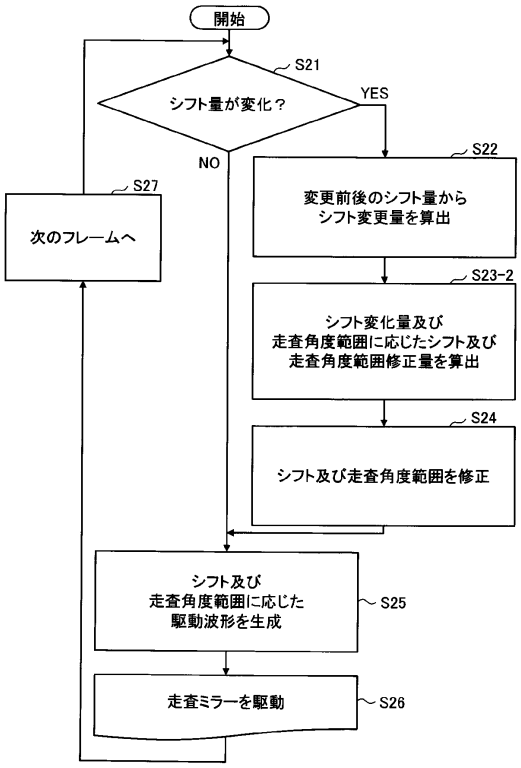
【図１１】



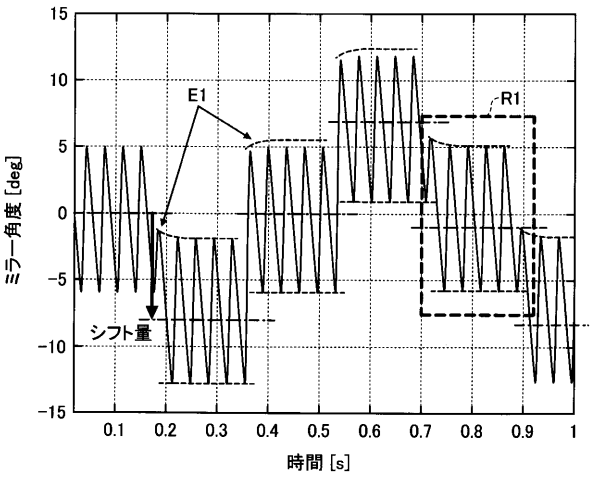
【図１２】



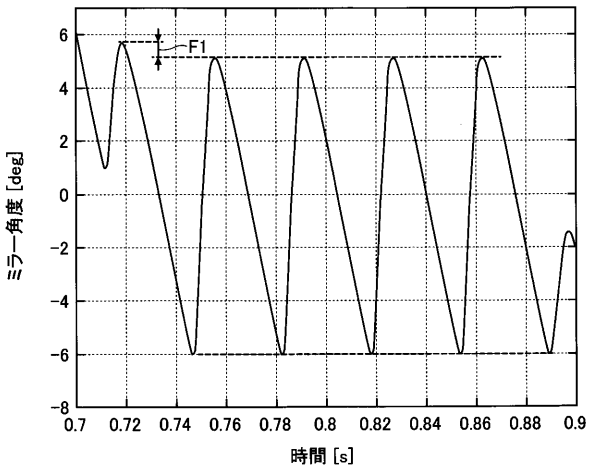
【図１３】



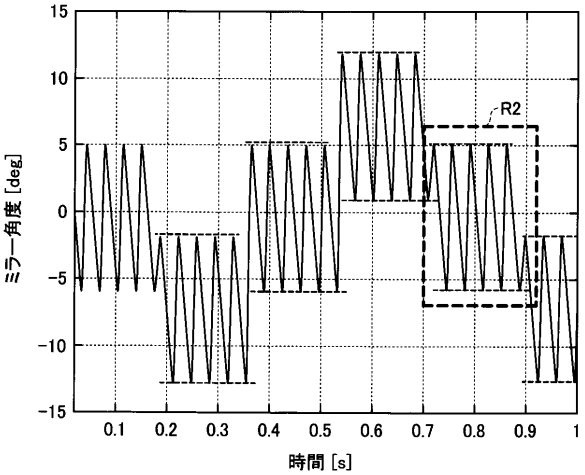
【図１４】



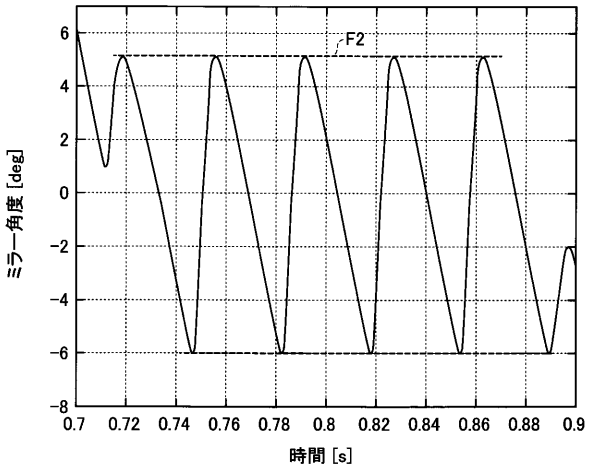
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内
(72)発明者 飯田 弘一
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内
審査官 小川 浩史
(56)参考文献 特開２０１１－１５４３１２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－１８１２０９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１９／０６９３６９（WO，Ａ１）
特開２０１０－９２０１８（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５３０３４３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１９／０２５０２７３（ＵＳ，Ａ１）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｓ ７／４８－７／５１
Ｇ０１Ｓ １７／００－１７／９５
Ｇ０１Ｃ ３／００－３／３２
Ｇ０１Ｂ １１／００－１１／３０
Ｇ０２Ｂ ２６／１０－２６／１２