

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年10月14日(14.10.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/205647 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/481 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/016111
- (22) 国際出願日: 2020年4月10日(10.04.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 飯田 弘一 (HIDA, Koichi); 〒2118588 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 Kanagawa (JP). 江尻 革 (EJIRI, Arata); 〒2118588 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 Kanagawa (JP). 柳井 康祐 (YANAI, Kosuke);

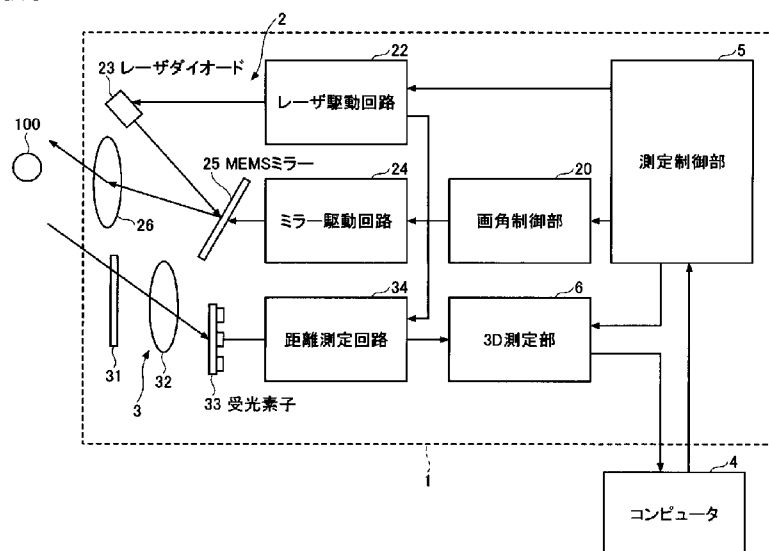
〒8148588 福岡県福岡市早良区百道浜2丁目2番1号 富士通九州ネットワークテクノロジー株式会社内 Fukuoka (JP). 藤吉 新一 (FUJIYOSHI, Shinichi); 〒8148588 福岡県福岡市早良区百道浜2丁目2番1号 富士通九州ネットワークテクノロジー株式会社内 Fukuoka (JP). 手塚 耕一 (TEZUKA, Koichi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 森河 剛 (MORIKAWA, Takeshi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 境 克司 (SAKAI, Katsushi); 〒2118588 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 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE, ANGLE-OF-VIEW CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 距離測定装置、画角制御方法、及びプログラム

[図1]



- 4... Computer
- 5... Measurement control unit
- 6... 3D measurement unit
- 20... Angle-of-view control unit
- 22... Laser driving circuit
- 23... Laser diode
- 24... Mirror driving circuit
- 25... MEMS mirror
- 33... Light reception element
- 34... Distance measurement circuit

(57) Abstract: This scanning distance measurement device comprising a two-dimensional MEMS (microelectromechanical systems) mirror that reflects laser light comprises a driving unit for using a driving signal to drive the two-dimensional MEMS mirror along the axis, from among two orthogonal axes of the two-dimensional MEMS mirror, along which an angle of view is controlled and a control unit for, when shifting the central angle of the scanning angle range of the laser light by offsetting the driving waveform of the driving signal by an offset amount, controlling the scanning angle range on the basis of the offset amount according to the shifting direction from the central angle.



WO 2021/205647 A1

番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : レーザ光を反射する 2次元MEMS (Micro Electro Mechanical System)ミラーを備えた走査型の距離測定装置は、前記 2次元MEMSミラーの互いに直交する 2軸のうち画角を制御する軸において、駆動信号で前記 2次元MEMSミラーの前記軸を駆動する駆動部と、前記駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットして前記レーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする際、前記中心角度からのシフト方向に応じた前記オフセット量に基づき、前記走査角度範囲を制御する制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：距離測定装置、画角制御方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、距離測定装置、画角制御方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] レーザ光を用いた走査型の距離測定装置は、レーザレーダ、或いは、レーザセンサなどとも呼ばれている。走査型の距離測定装置は、レーザ光を例えば2次元MEMS (Micro Electro Mechanical System) ミラーで反射して、測定対象を2次的に走査することで、測定対象までの距離を測定できる。

[0003] 走査型の距離測定装置は、人物、物体、空間などのセンシングにも適用可能であり、そのような適用の場合、リアルタイム、かつ、高分解能でセンシングを行えることが望ましい。また、走査型の距離測定装置は、例えば運動する人物を複数の方向から同時に測定することで、オクルージョンのない3次元データや距離画像の生成にも適用可能である。3次元データや距離画像は、例えば体操競技の採点などに用いることができる。

[0004] 2次元MEMSミラーによるレーザ光の走査速度は早く、かつ、レーザ光による走査の画角は大きいことが望ましい。一方、高分解能で測定対象をセンシングするためには、レーザの発光繰り返し速度を速くすることが考えられるが、限界がある。そこで、画角を小さくし、レーザ光による走査角度範囲の中心角度をシフトさせて測定対象を追従する技術が提案されている。

[0005] さらに、測定分解能を維持しつつレーザ光による走査角度範囲を拡大するために、測定対象の動きに応じて画角を動的に制御して走査角度範囲を変更する技術も提案されている。

[0006] 2次元MEMSミラーは、駆動する駆動信号の電圧の振幅を変更することで走査角度幅の大きさ、オフセット量を変更することで走査角度範囲の中心シフト量を制御し、走査角度範囲つまり画角を変更できる。しかし、走査角度範囲の中心角度をシフトする際に中心角度にずれが生じた場合、2次元M

EMSミラーによるレーザ光の走査角度範囲の設定精度が低下してしまう。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2018-155784号公報

特許文献2：特開2018-054752号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 2次元MEMSミラーを備えた従来の走査型の距離測定装置では、レーザ光による走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることは難しい。

[0009] そこで、1つの側面では、2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置において、レーザ光による走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることができる距離測定装置、画角制御方法、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

[0010] 1つの案によれば、レーザ光を反射する2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置であって、前記2次元MEMSミラーの互いに直交する2軸のうち画角を制御する軸において、駆動信号で前記2次元MEMSミラーの前記軸を駆動する駆動手段と、前記駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットして前記レーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする際、前記中心角度からのシフト方向に応じた前記オフセット量に基づき、前記走査角度範囲を制御する制御手段と、を備える距離測定装置が提供される。

発明の効果

[0011] 一態様によれば、2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置において、レーザ光による走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1実施例における距離測定装置の一例を示す図である。

[図2]コンピュータの一例を示すブロック図である。

[図3]距離測定装置の筐体の一例を示す図である。

[図4]共振駆動波形を有する駆動信号の一例を示す図である。

[図5]非共振駆動波形を有する駆動信号の一例を示す図である。

[図6]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7]第1実施例における画角制御部の一例を示す機能ブロック図である。

[図8]シフト角度とオフセット量の関係の一例を説明する図である。

[図9]第1実施例における画角制御部の処理の一例を説明するフローチャートである。

[図10]シフト角度オフセットテーブルの一例を示す図である。

[図11]オフセット補正テーブルの一例を示す図である。

[図12]第2実施例における画角制御部の一例を示す機能ブロック図である。

[図13]第1のシフト角度オフセットテーブルの一例を示す図である。

[図14]第2のシフト角度オフセットテーブルの一例を示す図である。

[図15]オフセット補正テーブルの一例を示す図である。

[図16]第2実施例における画角制御部の処理の一例を説明するフローチャートである。

[図17]画角切替区間を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0013] 開示の距離測定装置、画角制御方法、及びプログラムでは、レーザ光を反射する2次元MEMSミラーの互いに直交する2軸のうち片方の軸には共振を利用した正弦波駆動波形、画角を制御するもう一方の非共振駆動側の軸には鋸波形を有する駆動信号で2次元MEMSミラーを駆動する。以降、断りがない限り非共振側について記載する。駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットしてレーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする画角の動的制御の際、中心角度からのシフト方向に応じてオフセット量を変更して、シフト方向にかかわらずシフト角度が一致するように走査角度範囲を制御する。

[0014] 以下に、開示の距離測定装置、画角制御方法、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

[0015] 2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置において、測定分解能を維持しつつレーザ光による走査角度範囲を拡大するために、測定対象の動きに応じて画角を動的に制御して走査角度範囲を変更する技術が提案されている。2次元MEMSミラーを駆動する駆動信号の電圧のオフセット量を変更することで、走査角度範囲を変更できる。しかし、走査角度範囲の中心角度をシフトするオフセット量が同じであっても、シフト方向によっては走査角度範囲の中心角度にずれが生じてしまう場合があることがわかってきた。

[0016] 本発明者らは、圧電素子で駆動される2次元MEMSミラーの場合、圧電素子がヒステリシス特性を有するため、走査角度範囲の中心角度をシフトするオフセット量が同じであっても、シフト方向に応じて中心角度がずれる現象が生じることを見出した。シフト方向に応じて走査角度範囲の中心角度がずれると、2次元MEMSミラーによるレーザ光の走査精度が低下してしまう。つまり、本発明者らは、ヒステリシス特性を有する駆動素子で駆動される2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置では、シフト方向にかかわらずレーザ光による走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることは難しいことを見出した。

[0017] そこで、上記の現象に鑑み、以下に説明する各実施例における距離測定装置、画角制御方法、及びプログラムは、2次元MEMSミラーによるレーザ光の走査角度範囲の中心角度のシフト方向にかかわらず、走査角度範囲の中心角度を正確にシフトする構成を有する。

[0018] 図1は、第1実施例における距離測定装置の一例を示す図である。図1に示す走査型の距離測定装置は、装置本体1と、コンピュータ4とを有する。装置本体1は、投光ユニット2と、受光ユニット3と、測定制御部5と、3次元(3D:3-Dimensional)測定部6とを有する。

- [0019] コンピュータ4は、距離測定処理を開始すると、サンプリング間隔（またはサンプリング密度）及び測定対象100までの方位角などを含む設定データを装置本体1の測定制御部5に供給する。測定対象100までの方位角については後述する。
- [0020] 投光ユニット2は、画角制御部20、レーザ駆動回路22、レーザダイオード23、2軸のミラー駆動回路24、2次元MEMSミラー25、及び角度拡大レンズ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次元MEMSミラー25は、2軸の走査ミラーの一例である。角度拡大レンズ26は、投光レンズの一例である。
- [0021] 測定制御部5は、コンピュータ4からの設定データに含まれるサンプリング間隔に基づき、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生成してレーザ駆動回路22に供給する。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を駆動して発光させる。
- [0022] また、測定制御部5は、コンピュータ4からの設定データに含まれる測定対象100までの方位角などに基づき、画角変更指示及び画角パラメータを生成する。距離測定処理の開始前または画角の動的制御前の、走査角度範囲（または画角）、走査角度範囲の中心角度などの初期値は、コンピュータ4から測定制御部5に設定データと共に供給しても、測定制御部5内に予め設定されていても良い。測定制御部5は、走査角度範囲の中心角度の初期値（例えば0度）と設定データに含まれる測定対象100までの方位角から、画角の動的変更が行われていると判断した場合に画角変更指示を生成する。画角変更指示は、走査角度範囲の中心角度のシフト角度（またはシフト量）とシフト方向を含む。画角パラメータは、走査角度範囲と、走査角度範囲の中心角度とを含む。測定制御部5は、生成した画角パラメータを画角制御部20に供給する。上記測定制御部5の画角変更指示する機能はコンピュータ4に持っても良い。
- [0023] 画角制御部20は、測定制御部5が出力する画角変更指示に応じて、走査

角度範囲と走査角度範囲の中心角度とを含む画角パラメータを変更して、ミラー駆動回路24に供給する。具体的には、画角制御部20は、画角パラメータを、画角変更指示のシフト角度及びシフト方向に応じて変更して、2次元MEMSミラー25を2軸で駆動するための駆動制御信号をミラー駆動回路24に供給する。

[0024] ミラー駆動回路24は、駆動制御信号及び後述する修正オフセット量に従って2次元MEMSミラー25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）が、駆動信号に基づいて2次元MEMSミラー25を2軸で駆動して変位させる。この例では、駆動部は、2次元MEMSミラー25が有する圧電素子である。2軸で駆動する圧電素子が組み込まれた2次元MEMSミラー自体は周知であり（例えば、特許文献1参照）、2次元MEMSミラー25にはこのような周知の2次元MEMSミラーを使用可能である。なお、駆動部は、2次元MEMSミラー25とは別体であっても良い。

[0025] この例では、測定制御部5は、レーザ駆動回路22によるレーザダイオード23の駆動タイミング、画角制御部20を介したミラー駆動回路24による2次元MEMSミラー25の駆動タイミング、及び装置本体1による距離測定タイミングを制御する機能を有する。

[0026] ミラー駆動回路24は、駆動手段の一例である。駆動手段は、2次元MEMSミラー25の互いに直交する2軸のうち、片方の軸には共振を利用した正弦波駆動波形、画角を制御するもう一方の非共振駆動側の軸には鋸波形を有する駆動信号で2次元MEMSミラー25を駆動する。駆動手段は、画角を制御する軸において、駆動信号で2次元MEMSミラー25の当該軸を駆動する。画角制御部20は、制御手段の一例である。駆動手段は、駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットしてレーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする際、シフト方向に応じたオフセット量に基づき走査角度範囲を制御する。

[0027] レーザダイオード23が出射したレーザ光は、2次元MEMSミラー25で反射（または偏向）されて、角度拡大レンズ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。このようなラスタ走査により、装置本体 1 からある距離だけ離れた位置では、レーザ光（またはレーザパルス）が走査角度範囲を走査する。装置本体 1 からある距離だけ離れた位置は、例えば測定対象 100 の位置である。この走査角度範囲は、レーザ光が装置本体 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（または地面）と略平行に移動する距離に相当する幅を有する。また、この走査角度範囲は、レーザ光による走査の画角と等しく、装置本体 1 からの距離にかかわらず、レーザ光が水平方向に走査する角度及び垂直方向に走査する角度のことを指す。なお、説明の便宜上、レーザ光による走査の画角は、垂直方向については 2 次元 MEMS ミラー 25 の非共振駆動側で動的に制御可能であり、水平方向については共振駆動側で固定であるものとする。

[0028] 受光ユニット 3 は、フィルタ 31、集光レンズ 32、受光素子 33、及び距離測定回路 34 を有する。測定対象 100 からの反射光は、フィルタ 31 及び集光レンズ 32 を介して受光素子 33 で検出される。フィルタ 31 は、距離測定装置が用いる目標波長帯のレーザ光のみを通過させるバンドパスフィルタ（BPF：Band-Pass Filter）の一例であり、周知の構成を有する。集光レンズ 32 は、受光レンズの一例である。受光素子 33 は、検出した反射光を表す受光信号を距離測定回路 34 に供給する光検出器の一例である。距離測定回路 34 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。なお、投光ユニット 2 がレーザ光を出射したタイミングは、レーザ駆動回路 22 によるレーザダイオード 23 の駆動タイミングに応じて、レーザ駆動回路 22 から距離測定回路 34 に通知される。これにより、距離測定回路 34 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 3D 測定部 6 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 $(c \times \Delta T) / 2$ から求めることができる。

[0029] 3D測定部6は、測定制御部5が有するミラー出射角度テーブルが格納するミラー角度データと、距離測定回路34からの距離データとに基づき、距離画像及び3次元(3D)データを生成する。ミラー出射角度テーブルは、各サンプリング点のレーザ発光時における2次元MEMSミラー25のミラー角度の関係を示す。具体的には、3D測定部6は、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を示すミラー角度データから3D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。また、3D測定部6は、ミラー角度データから、各サンプルに対するレーザ光の投光角度を示す投光角度データを生成する、または投光角度データをテーブルとして持っても良い。3Dデータは、距離画像を、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り、測定対象100までの距離と各サンプルに対するレーザ光の投光角度の情報を含む。

[0030] 距離画像及び3Dデータは、コンピュータ4に供給され、コンピュータ4は、距離画像及び3Dデータに基づき、例えば測定対象100を抽出する処理や、測定対象100までの方位角を算出する処理などを行っても良い。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、例えば測定対象100が人物であれば、距離画像から周知の方法で人物が取り得る姿勢などの形状を検知することで、測定対象100を抽出可能である。また、測定対象100までの方位角は、抽出した測定対象100と3Dデータの投光角度の情報とから、周知の方法で算出可能である。

[0031] 図2は、コンピュータの一例を示すブロック図である。図2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(または通信装置)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)などで形成可能であり、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、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。コンピュータ読み取

り可能な記憶媒体は、例えば半導体記憶装置、磁気記録媒体、光記録媒体、光磁気記録媒体などの、非一時的な (Non-Transitory) コンピュータ読み取り可能な記憶媒体 (Computer-Readable Storage Medium) を含む。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、各種テーブルなどを記憶する。

[0032] 入力装置 43 は、ユーザ (または操作者) が操作する、例えばキーボードなどで形成可能であり、プロセッサ 41 にコマンド、データなど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などを表示するのに用いられる。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など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 を介して測定制御部 5 に接続されている。

[0033] 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。また、コンピュータ 4 には、例えばパーソナルコンピュータ (PC: Personal Computer) や、汎用コンピュータを用いても良い。

[0034] コンピュータ 4 の入力装置 43 及び表示装置 44 は、外部接続されていても良く、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 を省略したモジュール、半導体チップなどの場合、装置本体 1 の出力 (即ち、測定制御部 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。

[0035] 例えばコンピュータ 4 を内蔵する半導体チップなどは、装置本体 1 内に設けられていても良い。この場合、コンピュータ 4 は、例えば測定制御部 5、画角制御部 20、及び 3D 測定部 6 のうち少なくとも一部の機能を含んでも良い。コンピュータ 4 (即ち、プロセッサ 41 及びメモリ 42) が画角制御部 20 の機能を含む場合、コンピュータ 4 は上記の制御手段を形成可能である。

[0036] 図 3 は、距離測定装置の筐体の一例を示す図である。図 3 では、説明の便

宜上、距離測定装置の装置本体 1 がコンピュータ 4 に接続されている例を示す。装置本体 1 は、筐体 1 A を有し、投光ユニット 2、受光ユニット 3、測定制御部 5、3 D 測定部 6 などは、筐体 1 A 内に収納されている。この例では、投光ユニット 2 の角度拡大レンズ 2 6 及び受光ユニット 3 のフィルタ 3 1 及び集光レンズ 3 2 が、筐体 1 A の 1 つの側面側に配置されている。

[0037] なお、コンピュータ 4 は、距離測定装置とは別体であっても良い。この場合、距離測定装置は、装置本体 1 のみで形成され、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などで形成しても良い。

[0038] 本実施例では、2次元MEMSミラー 2 5 の水平方向の駆動には、図 4 に示すノンリニアな共振駆動波形の一例である正弦波を有する駆動信号（例えば、駆動電圧）を用いる。図 4 中、縦軸は水平方向の駆動角度を任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。また、2次元MEMSミラー 2 5 の水平方向とは直交する垂直方向の駆動には、図 5 に示すリニアな非共振駆動波形の一例である鋸波を有する駆動信号（例えば、駆動電圧）を用いる。図 5 中、縦軸は垂直方向の駆動角度を任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。図 4 及び図 5 において、破線は、レーザダイオード 2 3 の発光区間であるレーザ発光区間を示す。画角制御部 2 0 は、ミラー駆動回路 2 4 が出力する非共振駆動波形を有する駆動信号を、オフセット量だけオフセットさせてレーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする機能を有する。また、画角制御部 2 0 は、中心角度をシフトする際、シフト方向に応じてオフセット量を変更（または補正）して決定することで、シフト方向にかかわらずシフト角度が一致するように走査角度範囲を制御する機能を有する。つまり、画角制御部 2 0 は、中心角度をシフトする際、中心角度からのシフト方向に応じたオフセット量に基づき走査角度範囲を制御する機能を有する。

[0039] なお、2次元MEMSミラー 2 5 の水平方向の駆動に非共振駆動波形を有する駆動信号を用い、2次元MEMSミラー 2 5 の垂直方向の駆動に共振駆動波形を有する駆動信号を用いても良い。また、距離測定装置は、例えば水平面に対して任意の角度傾けた配置を有しても良い。

- [0040] 図6は、距離測定処理の一例を説明するフローチャートである。距離測定処理は、例えばコンピュータ4のプロセッサ41が、メモリ42に記憶された距離測定プログラムを実行することで開始される。
- [0041] 図6において、例えば入力装置43から入力されたコマンドに応答して距離測定処理を開始すると、ステップS1では、コンピュータ4が、サンプリング間隔及び測定対象100までの方位角などを含む設定データを装置本体1の測定制御部5に設定する。
- [0042] ステップS2では、コンピュータ4が、装置本体1の測定制御部5に、設定データに応じた距離測定タイミングで距離の測定を開始させる。
- [0043] ステップS3では、コンピュータ4が、装置本体1の測定制御部5に、設定データに応じた駆動タイミングで、レーザ駆動回路22を介してレーザダイオード23を駆動させる。また、ステップS3では、コンピュータ4が、装置本体1の測定制御部5に、設定データに応じた駆動タイミングで、画角制御部20及びミラー駆動回路24を介して2次元MEMSミラー25の圧電素子を駆動させる。
- [0044] ステップS4では、コンピュータ4が、装置本体1の3D測定部6からの距離画像及び3Dデータなどを含む測定データを取得する。ステップS5では、コンピュータ4が、測定データの3Dデータ及び距離画像に基づき、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S4へ戻り、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。例えば、測定対象100が人物であれば、距離画像から人物の姿勢の形状、人物の顔の肌色などを検知することで、測定対象100の存在を判定するようにしても良い。また、生成した3Dデータまたは距離画像をコンピュータ4の表示装置44に表示し、ユーザが表示画面の所望の位置または範囲をマウスなどの入力装置43で指定（クリック）した場合に測定対象100が存在すると判定する方法などを採用しても良い。
- [0045] ステップS6では、ラスタ走査された走査角度範囲内に測定対象100が

存在するので、コンピュータ4が、例えば距離画像から検知した測定対象100を周知の方法で抽出し、抽出した測定対象100の対象データを求める。ステップS7では、コンピュータ4が、例えば抽出した対象データと、3Dデータの投光角度の情報とから、測定対象100までの方位角を周知の方法で算出し、必要に応じてメモリ42に記憶する。

[0046] ステップS8では、装置本体1の測定制御部5が、コンピュータ4からの設定データに含まれる測定対象100までの方位角になるように、走査角度範囲と、走査角度範囲の中心角度と、シフト角度の夫々の設定値を算出する。ステップS8では、装置本体1の測定制御部5が、画角変更指示と、走査角度範囲と、走査角度範囲の中心角度と、シフト角度の夫々の設定値を画角制御部20に出力して、画角の動的制御の際の画角の変更を指示する。

[0047] ステップS9では、装置本体1の画角制御部20が、測定制御部5からの画角変更指示に従って画角を変更する。具体的には、画角制御部20が、後述する修正オフセット量を駆動制御信号と共にミラー駆動回路24に出力して、2次元MEMSミラー25を駆動する。ステップS8、S9の画角変更処理の詳細については、後述する。

[0048] なお、ステップS8、S9の画角変更処理は、例えば測定制御部5及び画角制御部20を形成するプロセッサが、メモリに記憶された画角変更プログラムを実行することで開始されても良い。また、コンピュータ4が測定制御部5及び画角制御部20の機能を含む場合には、コンピュータ4がステップS8、S9の画角変更処理を実行すれば良い。

[0049] ステップS10では、コンピュータ4が、距離測定処理が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S4へ戻り、判定結果がYesであると処理は終了する。

[0050] 図7は、第1実施例における画角制御部の一例を示す機能ブロック図である。図7に示すように、画角制御部20は、シフト角度オフセットテーブル201と、シフト方向算出部202と、変更量算出部203と、加算部204とを有する。2次元MEMSミラー25の圧電素子のヒステリシス特性に

応じて、下から上へのシフト方向を基準とした一例では、上から下へのシフト方向の場合のみオフセット量を補正する。

[0051] 画角制御部20は、測定制御部5からの画角変更指示に基づき、シフト角度オフセットテーブル201を参照してシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を算出して加算部204に供給する。シフト方向算出部202は、画角変更指示に基づき、シフト方向を算出する。変更量算出部203は、オフセット量の変更が必要な（この例では、上から下への）シフト方向であると、オフセット補正テーブルを参照する。変更量算出部203は、オフセット補正テーブルから、オフセット量を変更（または補正）するための、シフト方向に応じたシフト角度差に対する変更量（オフセット補正量）を算出して加算部204に供給する。シフト角度差は、シフト前とシフト後の走査角度範囲の中心角度の角度差を示す。オフセット補正テーブルは、例えば変更量算出部203内に設けられている。一方、変更量算出部203は、オフセット量の変更が不要な（この例では、下から上への）シフト方向であると、オフセット補正テーブルを参照せず、変更量を出力しない（または、変更量ゼロ（0）を出力する）。加算部204は、変更量算出部203から変更量が供給されない場合はオフセット量を、変更量算出部203から変更量が供給される場合はオフセット量に変更量を加算して、修正オフセット量として出力する。

[0052] 従って、画角制御部20は、加算部204からの修正オフセット量を駆動制御信号と共にミラー駆動回路24に出力して、2次元MEMSミラー25を駆動する。つまり、画角制御部20は、ミラー駆動回路24に、2次元MEMSミラー25の垂直方向の駆動用に非共振駆動波形を有する駆動信号を出力させる。この例では、ミラー駆動回路24は、画角制御部20からの修正オフセット量と駆動制御信号とに基づいて、電圧調整などを施した鋸波形を有する駆動信号を生成する調整回路を含む。しかし、このような調整回路を別途、画角制御部20とミラー駆動回路24との間に設けても良い。

[0053] なお、画角制御部20は、ミラー駆動回路24に、2次元MEMSミラー

25の水平方向の駆動用に共振駆動波形を有する駆動信号を出力させるが、このような駆動信号による駆動自体は周知であり、その説明は省略する。

[0054] 図8は、シフト角度とオフセット量の関係の一例を説明する図である。図8中、縦軸は走査角度範囲の中心角度のシフト角度を任意単位で示し、横軸は共振駆動波形を有する駆動信号をオフセットさせるオフセット量に相当するオフセット電圧を任意単位で示す。図8は、2次元MEMSミラー25の圧電素子のヒステリシス特性に応じて、下から上へのシフト方向を基準とし、上から下へのシフト方向の場合のみオフセット量を補正する例である。

[0055] シフト角度の変更時に想定されるずれ角が d 度となる場合に、画角パラメータを次のような手順で変更する。まず、走査角度範囲の中心角度を上方向にシフトさせるときのずれ角が d 度となる場合には、中心角度を上方向に d 度だけシフトさせるオフセット量に相当するオフセット電圧を、共振駆動波形を有する駆動信号に加算する。同様に、走査角度範囲の中心角度を下方向にシフトさせるときのずれ角が d 度となる場合には、中心角度を下方向に d 度だけシフトさせるオフセット量に相当するオフセット電圧を、共振駆動波形を有する駆動信号から減算する。

[0056] しかし、この例では、2次元MEMSミラー25の圧電素子のヒステリシス特性に応じて、下から上へのシフト方向を基準としているので、上から下へのシフト方向の場合だけ、オフセット量に相当するオフセット電圧を変更する。図8に示す例では、基準となる下から上へのシフト方向の場合にシフト角度を d 度に設定する場合のオフセット電圧は、基準電圧 V_0 である。これに対し、上から下へのシフト方向の場合にシフト角度を d 度に設定する場合のオフセット電圧は、変更量（オフセット補正量）に相当する電圧 $-V_d$ を加算することで、 $V_0 - V_d$ に変更する。この結果、走査角度範囲の中心角度のシフト方向にかかわらず、走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることができる。

[0057] 図9は、第1実施例における画角制御部の処理の一例を説明するフローチャートである。図9は、圧電素子に応じて、下から上へのシフト方向を基準

とし、上から下へのシフト方向の場合のみオフセット量を補正する例である。図9に示す画角変更処理は、図6に示す距離測定処理中、ステップS8、S9の処理に相当する。

- [0058] 画角制御部20は、測定制御部5からの画角変更指示に応答して画角変更処理を開始する。ステップS21では、画角制御部20が、画角変更指示に基づき、例えば図10に示すシフト角度オフセットテーブル201を参照してシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を算出して加算部204に供給する。ステップS22では、シフト方向算出部202が、画角変更指示に基づき、シフト方向を算出する。ステップS23では、変更量算出部203が、オフセット量の変更が必要な（この例では、上から下への）シフト方向であるか否かを判定する。ステップS23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。
- [0059] ステップS23の判定結果がYesであると、ステップS24では、変更量算出部203が方向による図8に相当するオフセット量（定数）を加算部204に供給する。ステップS25では、加算部204が、変更量算出部203から変更量が供給されない場合はオフセット量を、変更量算出部203から変更量が供給される場合はオフセット量に変更量を加算して、修正オフセット量として出力する。ここで、シフト方向算出部202にて、方向に加えシフト量も算出できる場合、変更量算出部203が図11に示すオフセット補正テーブルを参照して、シフト方向に応じたシフト角度差に対する変更量（オフセット補正量）を算出して加算部204に供給する。
- [0060] ステップS26では、画角制御部20が、修正オフセット量を駆動制御信号と共にミラー駆動回路24に出力して、2次元MEMSミラー25を駆動する。具体的には、画角制御部20が、ミラー駆動回路24に、2次元MEMSミラー25の垂直方向の駆動用に非共振駆動波形を有する駆動信号を出力させる。ステップS26の後、処理は図6に示す距離測定処理のステップS10へ戻る。
- [0061] なお、ステップS21、S22の処理の前に、ステップS23、S24の

処理を実行しても良い。また、ステップS 2 1, S 2 2の処理と、ステップS 2 3, S 2 4の処理とを、並行して実行しても良い。

[0062] 図10は、シフト角度オフセットテーブルの一例を示す図である。図10に示すシフト角度オフセットテーブル201は、入力となるシフト方向に応じたシフト角度（度）に対して、出力となるオフセット量（%）を格納している。図10に示すシフト角度（度）は、走査角度範囲の中心角度がゼロ（0）度の状態からのシフト角度を、下から上へのシフト方向を正（+）の値で示し、上から下へのシフト方向を負（-）の値で示す。また、オフセット量（%）は、オフセット量に相当するオフセット電圧を、非共振駆動波形を有する駆動電圧の最大振幅で除算した値である。

[0063] なお、画角制御部20がシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を算出する際に、一致するシフト方向に応じたシフト角度が図10のシフト角度オフセットテーブル201に格納されていない場合が起こり得る。この場合、シフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を、格納されているシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量から近似など周知の方法で算出しても良い。

[0064] 図11は、オフセット補正テーブルの一例を示す図である。図11に示すオフセット補正テーブルは、入力となるシフト方向に応じたシフト角度差（度）に対して、出力となるオフセット補正量（%）を格納している。図11に示すシフト角度差（度）は、シフト前とシフト後の走査角度範囲の中心角度の角度差を、下から上へのシフト方向を正（+）の値で示し、上から下へのシフト方向を負（-）の値で示す。また、オフセット補正量（%）は、オフセット補正量に相当するオフセット補正電圧を、非共振駆動波形を有する駆動電圧の最大振幅で除算した値である。

[0065] なお、変更量算出部203がシフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量を算出する際に、一致するシフト角度差が図11のオフセット補正テーブルに格納されていない場合が起こり得る。この場合、シフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量を、格納されているシフ

ト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量から近似などの周知の方法で算出しても良い。

[0066] 図12は、第2実施例における画角制御部の一例を示す機能ブロック図である。図12に示すように、画角制御部20は、シフト角度オフセットテーブル201と、シフト方向及びシフト角度差算出部211と、変更量算出部212と、加算部204とを有する。この例では、シフト角度オフセットテーブル201は、図13に示す第1のシフト角度オフセットテーブル201Aと、図14に示す第2のシフト角度オフセットテーブル201Bとを含む。

[0067] 図12において、画角制御部20のシフト方向及びシフト角度差算出部211は、測定制御部5からの画角変更指示に基づき、シフト方向及びシフト角度差を算出する。画角制御部20は、シフト角度オフセットテーブル201を参照して、算出したシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を算出して加算部204に供給する。この際、画角制御部20は、算出したシフト方向に応じたシフト角度オフセットテーブル201Aまたはシフト角度オフセットテーブル201Bを選択して参照する。具体的には、画角制御部20は、下から上へのシフト方向の場合に第1のシフト角度オフセットテーブル201Aを選択して参照し、上から下へのシフト方向の場合は第2のシフト角度オフセットテーブル201Bを選択して参照する。また、シフト方向及びシフト角度差算出部211は、算出したシフト方向及びシフト角度差を変更量算出部212に供給する。シフト角度差は、シフト前とシフト後の走査角度範囲の中心角度の角度差を示す。変更量算出部212は、例えば図15に示すオフセット補正テーブルを参照して、算出したシフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量を算出して加算部204に供給する。加算部204は、変更量算出部212から変更量（オフセット補正量）が供給されない場合はオフセット量を、変更量算出部212から変更量が供給される場合はオフセット量に変更量を加算して、修正オフセット量として出力する。

[0068] 図13及び図14に示すシフト角度オフセットテーブル201A, 201Bは、入力となるシフト方向に応じたシフト角度（度）に対して、出力となるオフセット量（%）を格納している。図13及び図14に示すシフト角度（度）は、走査角度範囲の中心角度がゼロ（0）度の状態からのシフト角度を、下から上へのシフト方向を正（+）の値で示し、上から下へのシフト方向を負（-）の値で示す。例えば、下から上へのシフト方向は、第1のシフト方向の一例であり、上から下へのシフト方向は、第1のシフト方向とは反対方向の第2のシフト方向の一例である。また、オフセット量（%）は、オフセット量に相当するオフセット電圧を、非共振駆動波形を有する駆動電圧の最大振幅で除算した値である。シフト方向に応じたシフト角度オフセットテーブル201A, 201Bを選択可能とすることで、シフト方向に応じた個々の圧電素子の特性に合わせてより正確なオフセット量を得ることができる。

[0069] なお、画角制御部20がシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット補正量を算出する際に、一致するシフト角度が図13または図14のシフト角度オフセットテーブル201A, 201Bに格納されていない場合が起こり得る。この場合、シフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を、格納されているシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量から近似などの周知の方法で算出しても良い。

[0070] 図15は、オフセット補正テーブルの一例を示す図である。図15に示すオフセット補正テーブルは、入力となるシフト方向及びシフト角度差（度）に対して、出力となるオフセット補正量（%）を格納している。図15に示すシフト角度差（度）は、シフト前とシフト後の走査角度範囲の中心角度の角度差を、下から上へのシフト方向を正（+）の値で示し、上から下へのシフト方向を負（-）の値で示す。また、オフセット補正量（%）は、オフセット補正量に相当するオフセット補正電圧を、非共振駆動波形を有する駆動電圧の最大振幅で除算した値である。

[0071] なお、変更量算出部212がシフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量を算出する際に、一致するシフト角度差が図15のオフセッ

ト補正テーブルに格納されていない場合が起こり得る。この場合、シフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量を、格納されているシフト方向に応じたシフト角度差に対するオフセット補正量から近似などの周知の方法で算出しても良い。

[0072] 従って、画角制御部20は、加算部204からの修正オフセット量を駆動制御信号と共にミラー駆動回路24に出力して、2次元MEMSミラー25を駆動する。つまり、画角制御部20は、ミラー駆動回路24に、2次元MEMSミラー25の垂直方向の駆動用に非共振駆動波形を有する駆動信号を出力させる。この例では、ミラー駆動回路24は、画角制御部20からの修正オフセット量と駆動制御信号とに基づいて、電圧調整などを施した鋸波形を有する駆動信号を生成する調整回路を含む。しかし、このような調整回路を別途、画角制御部20とミラー駆動回路24との間に設けても良い。

[0073] 図16は、第2実施例における画角制御部の処理の一例を説明するフローチャートである。この例では、下から上へのシフト方向の場合は、図13に示す第1のシフト角度オフセットテーブル201Aを用いてオフセット量を算出する。また、上から下へのシフト方向の場合は、図14に示す第2のシフト角度オフセットテーブル201Bを用いてオフセット量を算出する。つまり、この例では、下から上へのシフト方向の場合と、上から下へのシフト方向の場合とで、オフセット量が異なる。図16に示す画角変更処理は、図6に示す距離測定処理中、ステップS8、S9の処理に相当する。

[0074] 画角制御部20は、測定制御部5からの画角変更指示に応答して画角変更処理を開始する。ステップS31では、シフト方向及びシフト角度差算出部211が、画角変更指示に基づき、シフト方向及びシフト角度を算出して、変更量算出部212に供給する。ステップS32では、画角制御部20が、算出したシフト方向に応じて図13に示す第1のシフト角度オフセットテーブル201Aまたは図14に示す第2のシフト角度オフセットテーブル201Bを選択する。具体的には、下から上へのシフト方向の場合は第1のシフト角度オフセットテーブル201Aを選択し、上から下へのシフト方向の場合

合は第2のシフト角度オフセットテーブル201Bを選択する。ステップS33では、画角制御部20が、選択したシフト角度オフセットテーブル201Aまたは201Bを参照して、算出したシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を算出して加算部204に供給する。ステップS34では、変更量算出部212が、例えば図15に示すオフセット補正テーブルを参照する。具体的には、変更量算出部212がオフセット補正テーブルを参照して、オフセット量を変更するための、算出したシフト方向に応じたシフト角度差に対する変更量（オフセット補正量）を算出する。

[0075] ステップS35では、変更量算出部212が、算出した変更量を加算部204に供給する。ステップS36では、加算部204が、変更量算出部212から変更量が供給されない場合はオフセット量を、変更量算出部212から変更量が供給される場合はオフセット量に変更量を加算して、修正オフセット量として出力する。ステップS37では、画角制御部20が、修正オフセット量を駆動制御信号と共にミラー駆動回路24に出力して、2次元MEMSミラー25を駆動する。具体的には、画角制御部20が、ミラー駆動回路24に、2次元MEMSミラー25の垂直方向の駆動用に非共振駆動波形を有する駆動信号を出力させる。ステップS37の後、処理は図6に示す距離測定処理のステップS10へ戻る。

[0076] なお、ステップS32、S33の処理の前に、ステップS34、S35の処理を実行しても良い。また、ステップS32、S33の処理と、ステップS34、S35の処理とを、並行して実行しても良い。

[0077] 図17は、画角切替区間を説明する図である。図17中、縦軸は非共振駆動波形を有する駆動信号の電圧を任意単位で示し、横軸は時間を任意単位で示す。この例では、画角を制御する画角切替区間は、レーザ光の発光終了後の駆動信号の非共振駆動波形の折り返しからレーザ光の発光開始前まで間の折り返し区間である。画角制御部20は、レーザダイオード23の発光区間を除く、この画角切替区間でオフセット量を変更する。従って、上記の第1及び第2実施例のいずれにおいても、画角制御部20は、上記の画角切替区

間で、加算部204からの修正オフセット量をミラー駆動回路24に出力する。具体的には、測定制御部5は、コンピュータ4からの設定データに含まれるサンプリング間隔に基づき、画角変更指示及び画角パラメータを画角制御部20に供給し、上記の画角切替区間で加算部204からの修正オフセット量をミラー駆動回路24に出力させる。これにより、レーザ光による走査角度範囲の中心角度を、レーザダイオード23の発光区間以外の画角切替区間でシフトすることができ、シフトが距離測定装置の測定精度に悪影響を及ぼすことない。

[0078] 上記の各実施例では、2次元MEMSミラー25は、画角を制御する一方の軸に沿って、非共振駆動波形を有する駆動信号で駆動されてレーザ光による走査の画角を制御する圧電素子を有する。しかし、2次元MEMSミラー25の駆動部は、圧電素子に限定されるものではなく、圧電素子以外の、例えば圧電素子と同様のヒステリシス特性を有する駆動素子であっても良い。

[0079] 上記の各実施例によれば、2次元MEMSミラーを備えた走査型の距離測定装置において、レーザ光による走査角度範囲の中心角度を正確にシフトすることが可能となる。

[0080] 距離測定装置は、採点支援システム、車載システムなどに適用可能である。採点支援システムの一例は、距離測定装置の出力に基づいて、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2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、3D測定部6からの3D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。

[0081] 体操演技の場合、体操選手の移動速度が速く、距離測定装置の画角を体操選手の位置に応じて制御する必要がある。上記の各実施例によれば、体操選手の移動に合わせて走査角度範囲の中心角度を垂直方向にシフトしても、シ

フト方向にかかわらず中心角度を同等に制御できるので、体操選手の垂直方向の位置や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距離測定装置の測定精度の低下を抑えることができ、このような距離測定装置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。

[0082] 車載システムの一例は、距離測定装置の出力に基づいて、例えば車両の前方の測定対象100の位置、種類などを認識する。この場合、測定対象100の種類は歩行者、他の車両などを含み、測定対象100の認識は例えば図2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、測定制御部5からの3D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、種類などを認識して接近の度合、危険度などを判断することができる。なお、距離測定装置を車載システムに適用した場合、距離測定装置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、距離測定装置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、種類など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。

[0083] なお、上記の各実施例に付されている連番は、好ましい実施例の優先順位を表すものではない。

[0084] 以上、開示の距離測定装置、画角制御方法、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、改良、及び置換が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

[0085] 1 装置本体
2 投光ユニット

- 3 受光ユニット
- 4 コンピュータ
- 5 測定制御部
- 6 3D測定部
- 20 画角制御部
- 22 レーザ駆動回路
- 23 レーザダイオード
- 24 ミラー駆動回路
- 25 2次元MEMSミラー
- 26 角度拡大レンズ
- 31 BPF
- 32 集光レンズ
- 33 受光素子
- 41 プロセッサ
- 42 メモリ
- 100 測定対象
- 201, 201A, 201B シフト角度オフセットテーブル
- 202 シフト方向算出部
- 203, 212 変更量算出部
- 204 加算部
- 211 シフト方向及びシフト角度差算出部

請求の範囲

- [請求項1] レーザ光を反射する2次元MEMS (Micro Electro Mechanical System)ミラーを備えた走査型の距離測定装置であって、
前記2次元MEMSミラーの互いに直交する2軸のうち画角を制御する軸において、駆動信号で前記2次元MEMSミラーの前記軸を駆動する駆動手段と、
前記駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットして前記レーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトする際、前記中心角度からのシフト方向に応じた前記オフセット量に基づき、前記走査角度範囲を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする、距離測定装置。
- [請求項2] 前記制御手段は、シフト方向に応じた、シフト前とシフト後の前記中心角度の角度差に対するオフセット補正量を格納したテーブルを参照して、前記オフセット補正量に基づいて前記オフセット量を決定することを特徴とする、請求項1に記載の距離測定装置。
- [請求項3] 前記制御手段は、シフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を格納したテーブルを参照して、前記オフセット量を決定することを特徴とする、請求項1に記載の距離測定装置。
- [請求項4] 前記制御手段は、第1のシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を格納した第1のテーブルと、前記第1のシフト方向とは反対方向の第2のシフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を格納した第2のテーブルのうち一方を、前記シフト方向に応じて選択して、選択したテーブルを参照して前記オフセット量を決定することを特徴とする、請求項1に記載の距離測定装置。
- [請求項5] 前記駆動信号の駆動波形は、非共振駆動波形であり、
前記制御手段は、前記レーザ光の発光終了後の前記駆動信号の前記非共振駆動波形の折り返しから前記レーザ光の発光開始前まで間の折り返し区間で、前記オフセット量を変更して前記走査角度範囲を制御

することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の距離測定装置。

[請求項6] 前記シフト方向は、非共振で駆動する方向に沿った方向であり、前記駆動信号の前記非共振駆動波形は、鋸波形であることを特徴とする、請求項 5 に記載の距離測定装置。

[請求項7] 前記駆動手段は、前記 2 軸のうち他方の軸に沿って、共振駆動波形を有する駆動信号で前記 2 次元 MEMS ミラーを駆動することを特徴とする、請求項 6 に記載の距離測定装置。

[請求項8] 前記駆動信号に基づいて、前記 2 次元 MEMS ミラーを前記軸に沿って駆動して変位させ、前記レーザ光による走査の画角を制御する圧電素子をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の距離測定装置。

[請求項9] レーザ光を反射する 2 次元 MEMS (Micro Electro Mechanical System) ミラーの画角を制御する画角制御方法であって、前記 2 次元 MEMS ミラーの互いに直交する 2 軸のうち前記画角を制御する軸において、駆動信号で前記 2 次元 MEMS ミラーの前記軸を駆動する時に、前記駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットして前記レーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトして画角を動的に制御する際、プロセッサが、前記中心角度からのシフト方向に応じた前記オフセット量に基づき前記走査角度範囲を制御する、処理を実行することを特徴とする、画角制御方法。

[請求項10] 前記走査角度範囲を制御する処理は、シフト方向に応じた、シフト前とシフト後の前記中心角度の角度差に対するオフセット補正量を格納したテーブルを参照して、前記オフセット補正量に基づいて前記オフセット量を決定することを特徴とする、請求項 9 に記載の画角制御方法。

[請求項11] 前記走査角度範囲を制御する処理は、シフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を格納したテーブルを参照して、前記オフセ

ット量を決定することを特徴とする、請求項9に記載の画角制御方法。

[請求項12] 前記駆動信号の駆動波形は、非共振駆動波形であり、
前記走査角度範囲を制御する処理は、前記レーザ光の発光終了後の前記駆動信号の前記非共振駆動波形の折り返しから前記レーザ光の発光開始前まで間の折り返し区間で、前記オフセット量を変更して前記走査角度範囲を制御することを特徴とする、請求項9乃至11のいずれか1項に記載の画角制御方法。

[請求項13] 前記シフト方向は、非共振で駆動する方向に沿った方向であり、
前記駆動信号の前記非共振駆動波形は、鋸波形であることを特徴とする、請求項12に記載の画角制御方法。

[請求項14] 前記駆動信号は、前記2次元MEMSミラーを前記軸に沿って駆動して変位させ、前記レーザ光による走査の画角を制御する、ヒステリシス特性を有する駆動素子を駆動することを特徴とする、請求項9乃至13のいずれか1項に記載の画角制御方法。

[請求項15] コンピュータに、レーザ光を反射する2次元MEMS (Micro Electro Mechanical System)ミラーの画角を制御させるプログラムであって、

前記2次元MEMSミラーの互いに直交する2軸のうち前記画角を制御する軸において、駆動信号で前記2次元MEMSミラーの前記軸を駆動する時に、前記駆動信号の駆動波形をオフセット量だけオフセットして前記レーザ光の走査角度範囲の中心角度をシフトして画角を動的に制御する際、前記中心角度からのシフト方向に応じた前記オフセット量に基づき前記走査角度範囲を制御する、

処理を前記コンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項16] 前記走査角度範囲を制御する処理は、シフト方向に応じた、シフト前とシフト後の前記中心角度の角度差に対するオフセット補正量を格納したテーブルを参照して、前記オフセット補正量に基づいて前記オ

フセット量を決定することを特徴とする、請求項15に記載のプログラム。

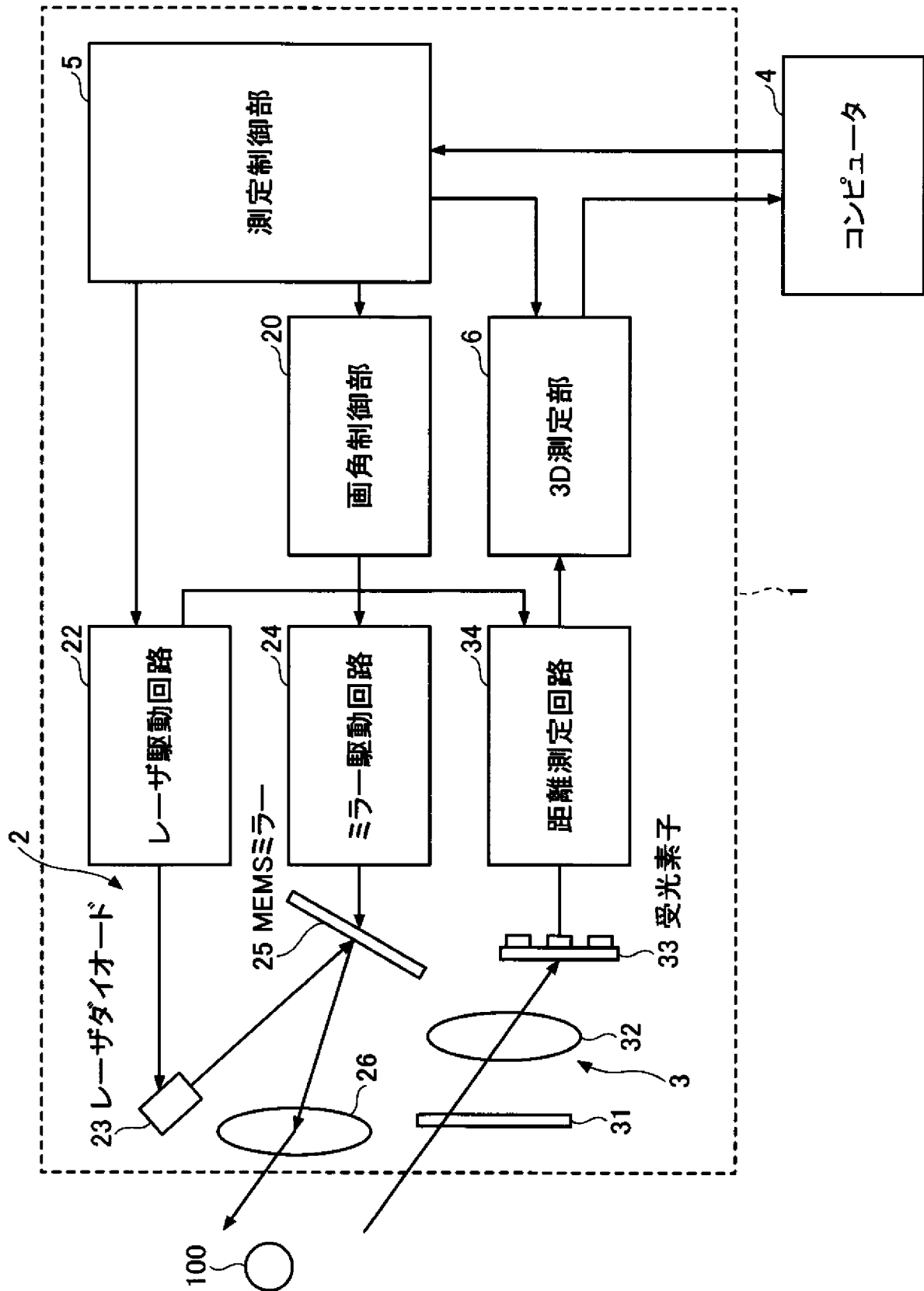
[請求項17] 前記走査角度範囲を制御する処理は、シフト方向に応じたシフト角度に対するオフセット量を格納したテーブルを参照して、前記オフセット量を決定することを特徴とする、請求項15に記載のプログラム。

[請求項18] 前記駆動信号の駆動波形は、非共振駆動波形であり、
前記走査角度範囲を制御する処理は、前記レーザ光の発光終了後の前記駆動信号の前記非共振駆動波形の折り返しから前記レーザ光の発光開始前まで間の折り返し区間で、前記オフセット量を変更して前記走査角度範囲を制御することを特徴とする、請求項15乃至17のいずれか1項に記載のプログラム。

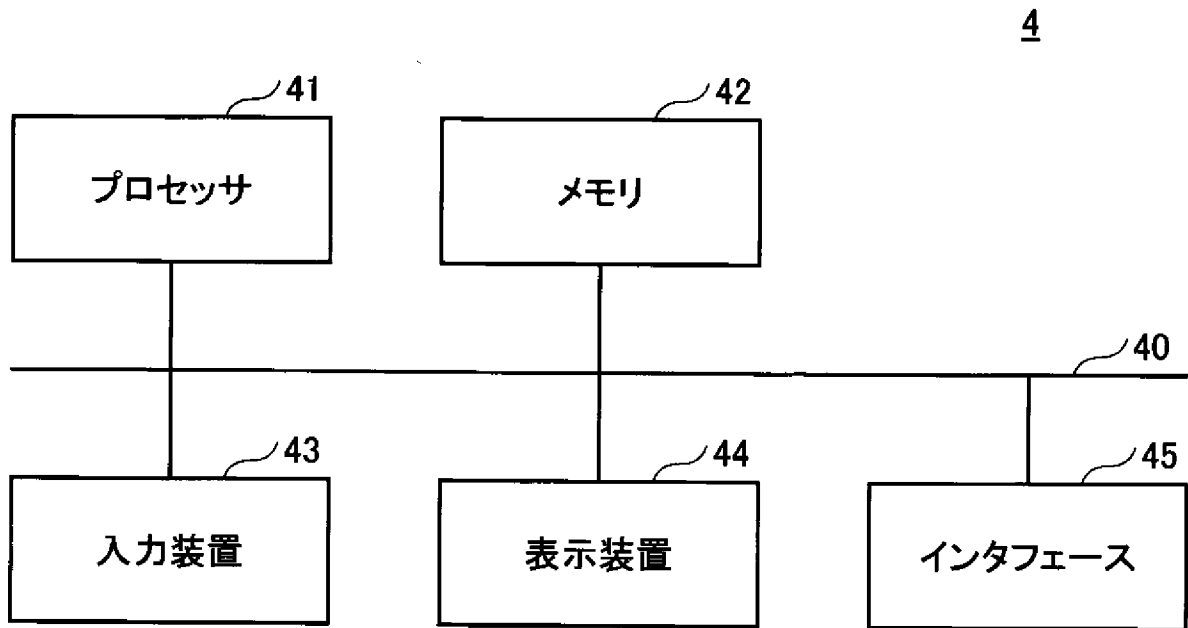
[請求項19] 前記シフト方向は、非共振で駆動する方向に沿った方向であり、
前記駆動信号の前記非共振駆動波形は、鋸波形であることを特徴とする、請求項18に記載のプログラム。

[請求項20] 請求項15乃至19のいずれか1項に記載のプログラムを記憶したことを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

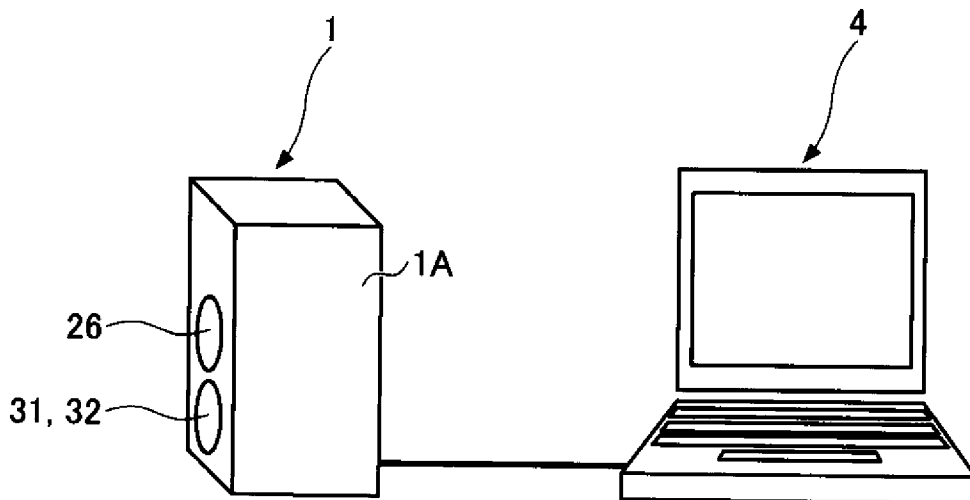
[図1]



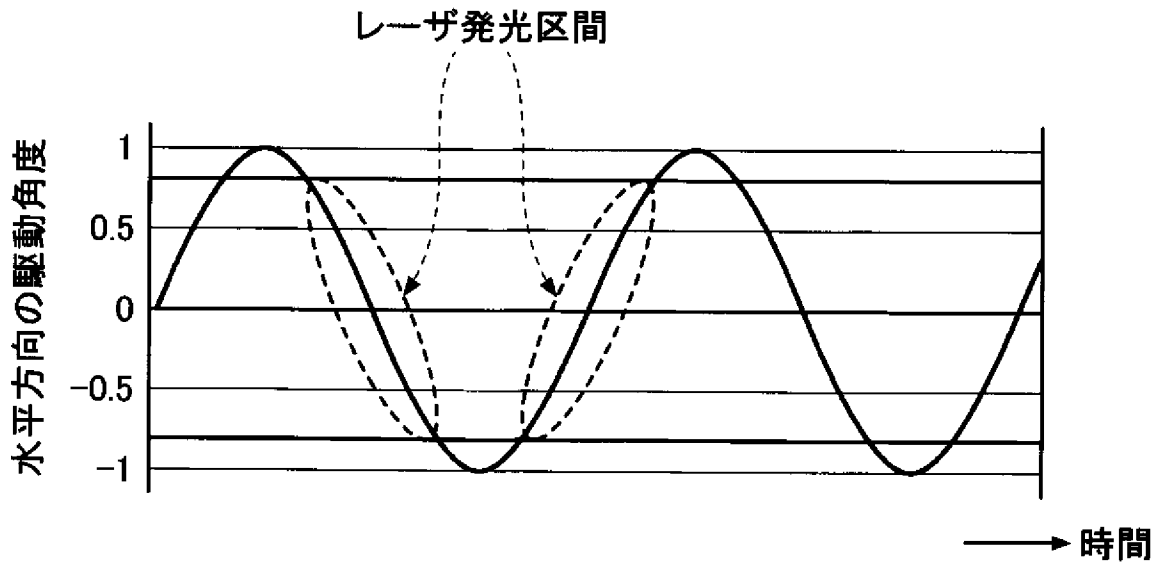
[図2]



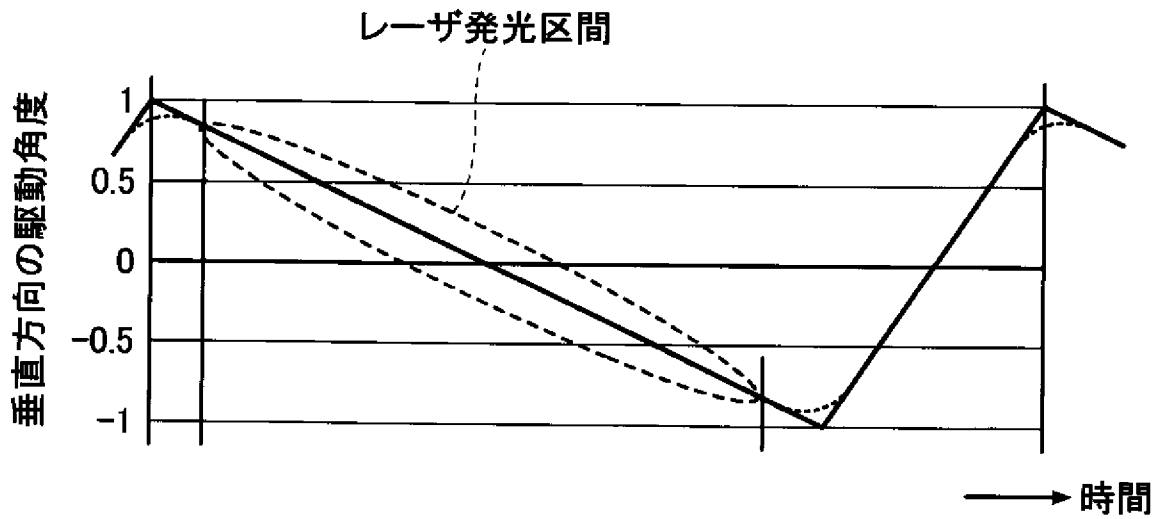
[図3]



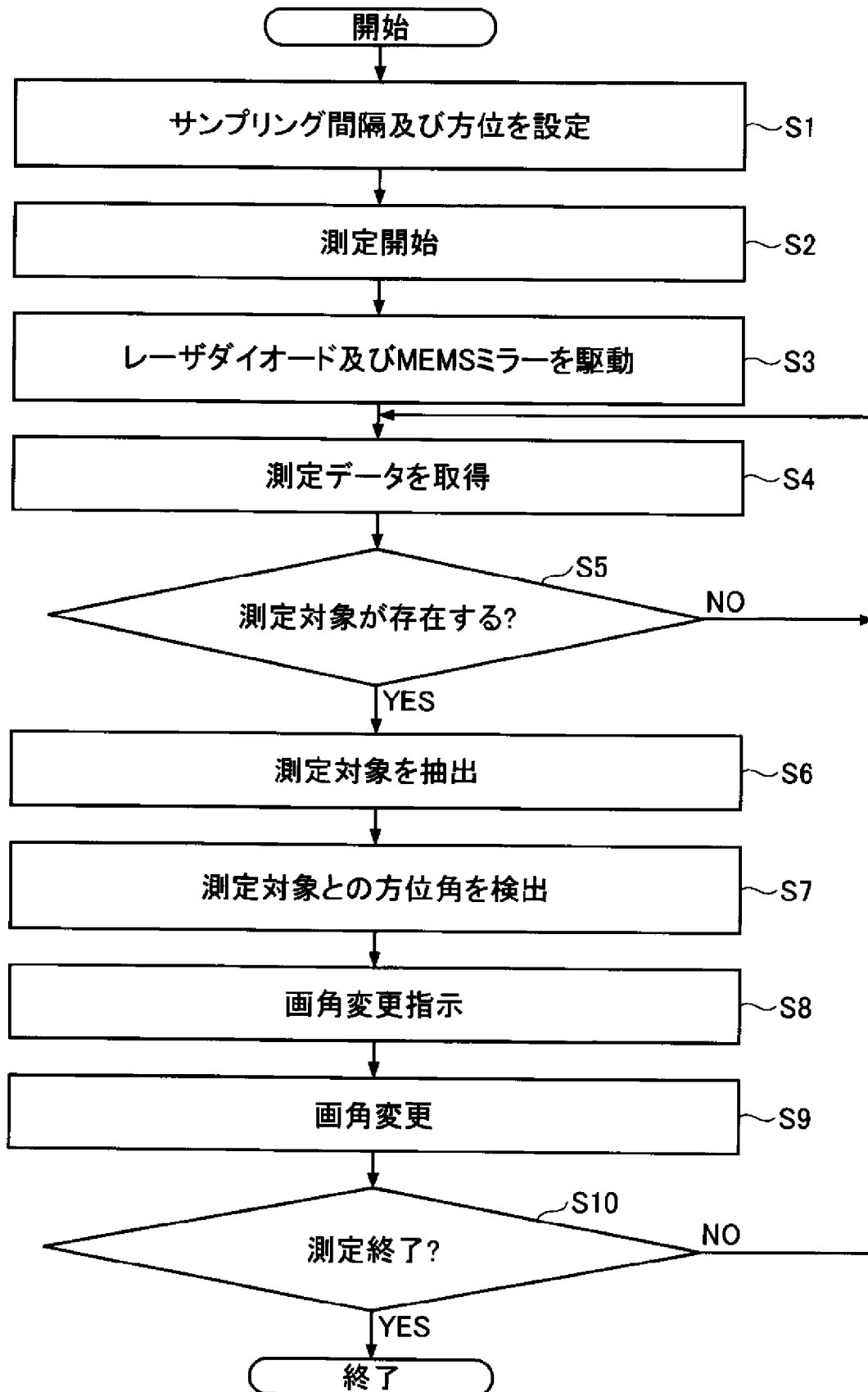
[図4]



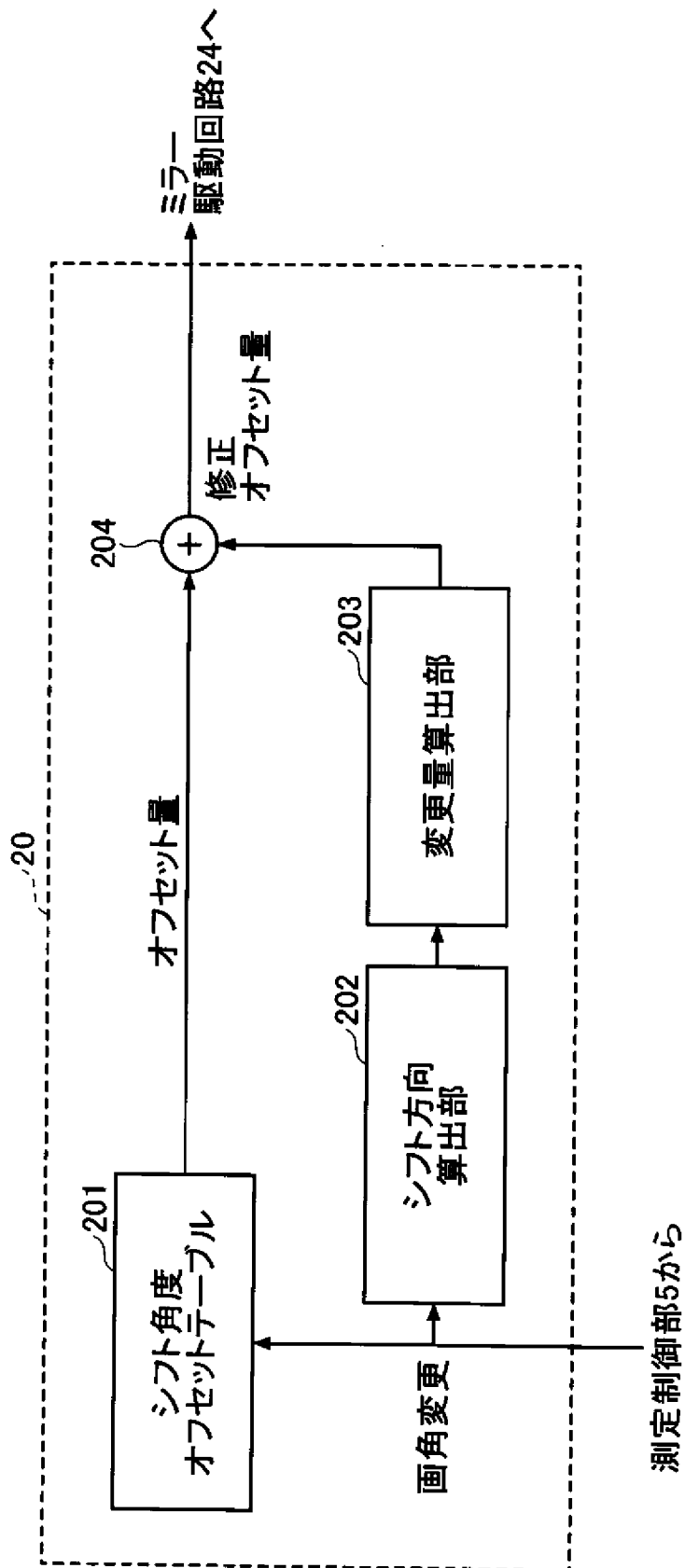
[図5]



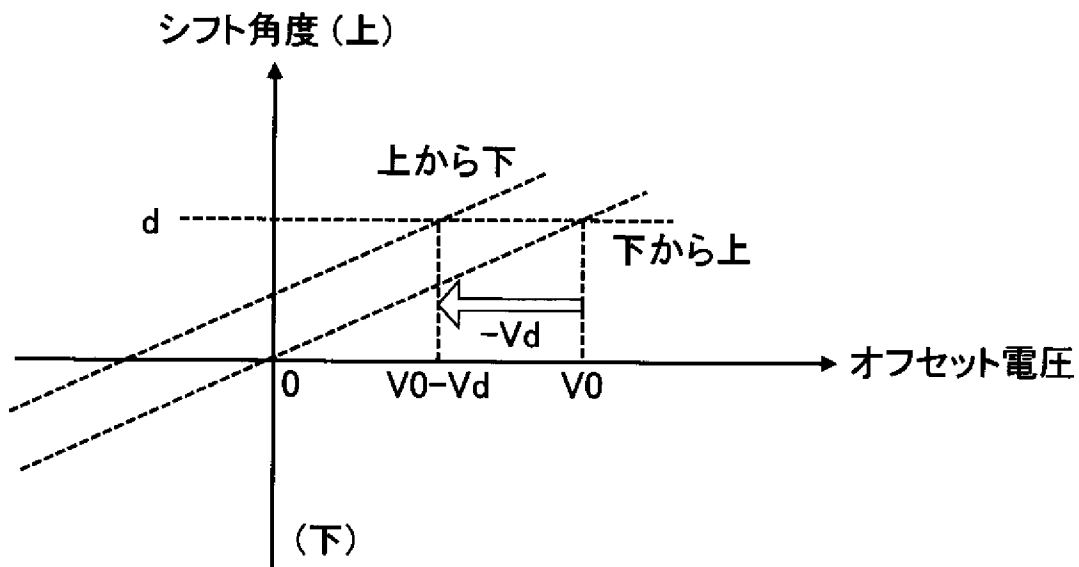
[図6]



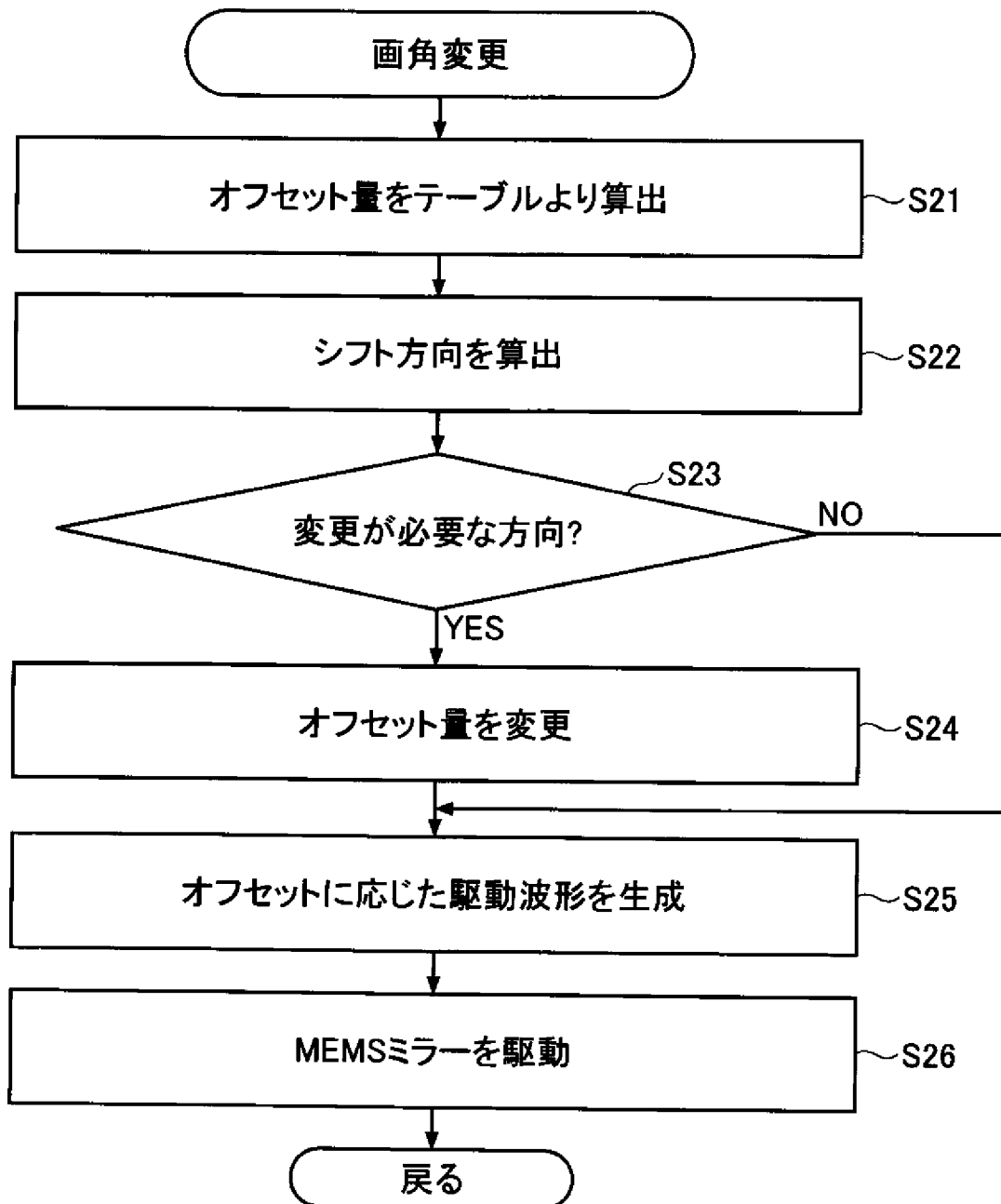
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

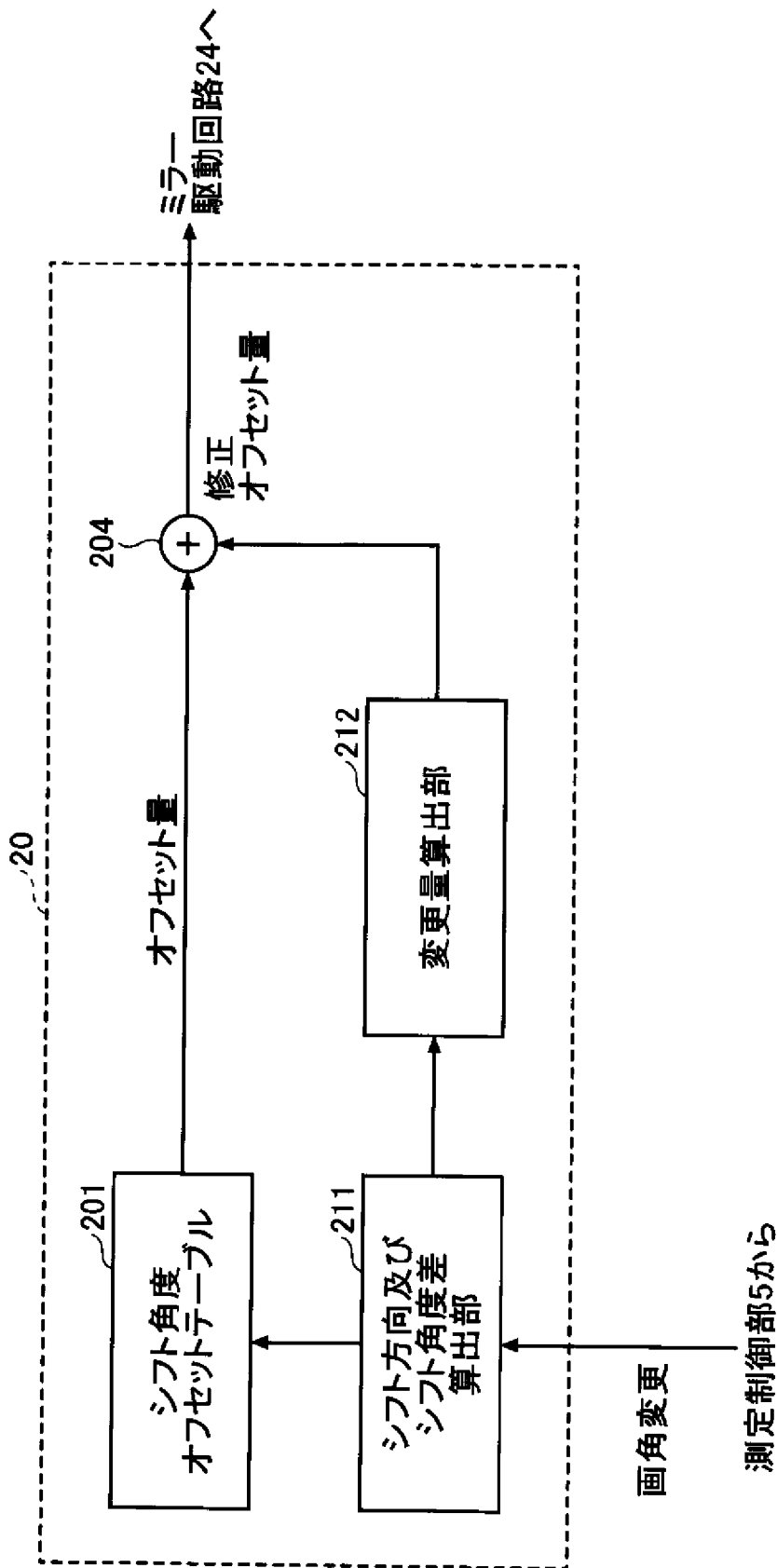
201

| シフト角度 (度) | オフセット量 (%) |
|-----------|------------|
| +10 | +20 |
| +8 | +16 |
| +6 | +12 |
| +4 | +8 |
| +2 | +4 |
| ± 0 | 0 |
| -2 | -4 |
| -4 | -8 |
| -6 | -12 |
| -8 | -16 |
| -10 | -20 |

[図11]

| シフト角度差 (度) | オフセット補正量 (%) |
|------------|--------------|
| +10 | +0.8 |
| +8 | +0.6 |
| +6 | +0.4 |
| +4 | +0.2 |
| +2 | 0 |
| ± 0 | 0 |
| -2 | -0.2 |
| -4 | -0.4 |
| -6 | -0.6 |
| -8 | -0.8 |
| -10 | -1.0 |

[図12]



[図13]

201A

| シフト角度 (度) | オフセット量 (%) |
|-----------|------------|
| +10 | +20 |
| +8 | +16 |
| +6 | +12 |
| +4 | +8 |
| +2 | +4 |
| ± 0 | 0 |
| -2 | -4 |
| -4 | -8 |
| -6 | -12 |
| -8 | -16 |
| -10 | -20 |

[図14]

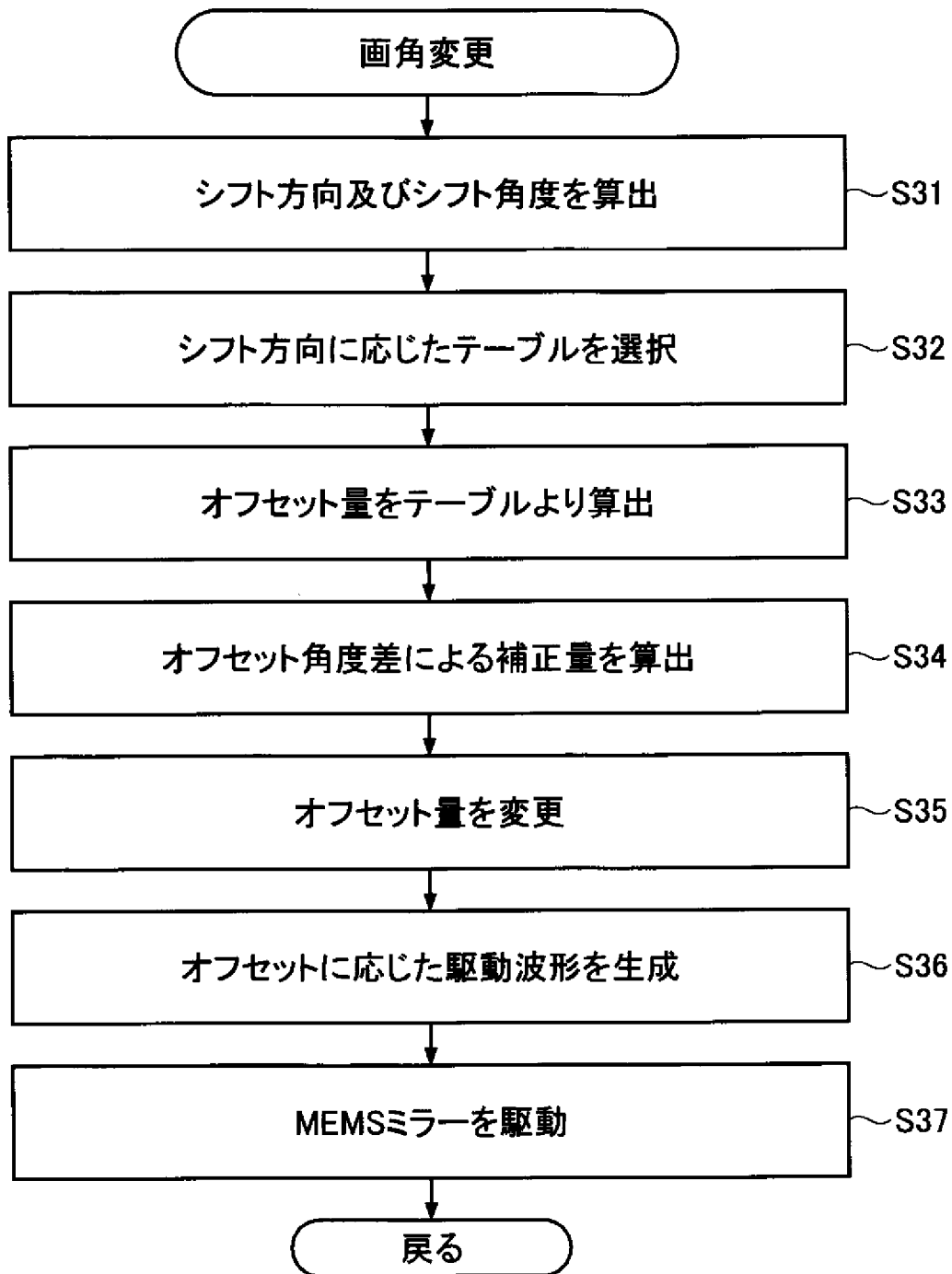
201B

| シフト角度 (度) | オフセット量 (%) |
|-----------|------------|
| +10 | +18 |
| +8 | +14 |
| +6 | +10 |
| +4 | +6 |
| +2 | +2 |
| ± 0 | -2 |
| -2 | -6 |
| -4 | -10 |
| -6 | -14 |
| -8 | -18 |
| -10 | -22 |

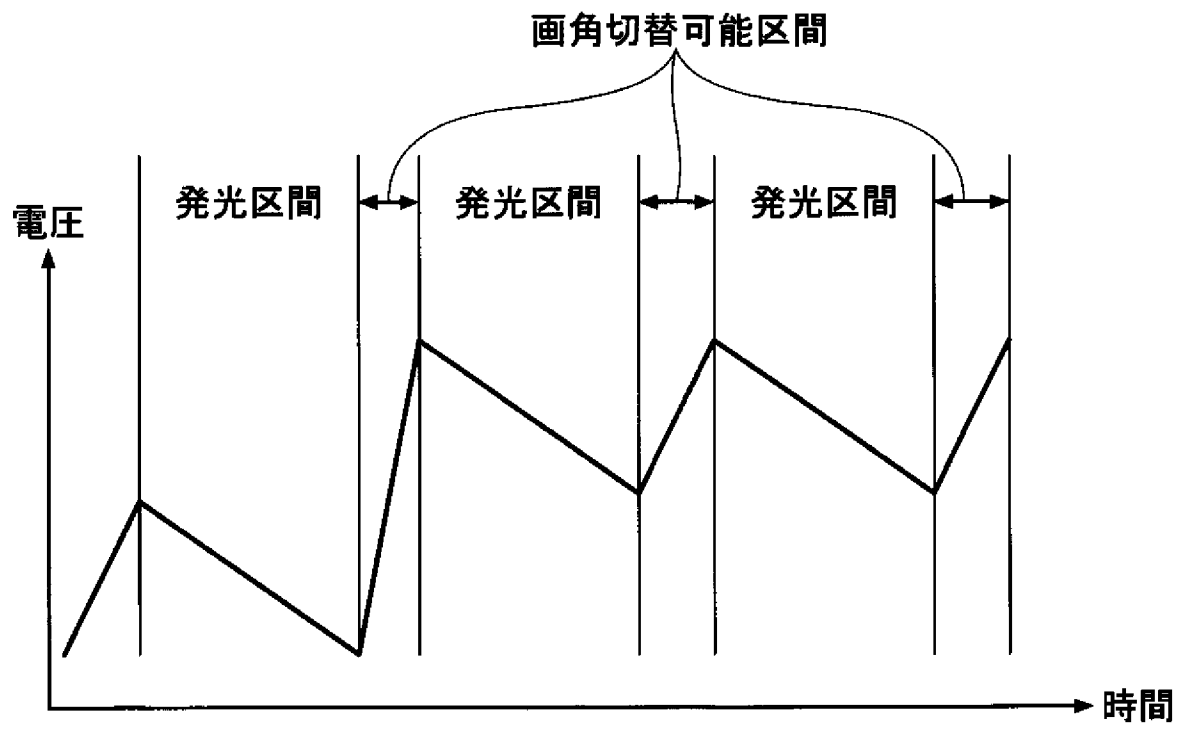
[図15]

| シフト角度差 (度) | オフセット補正量 (%) |
|------------|--------------|
| +10 | +0.8 |
| +8 | +0.6 |
| +6 | +0.4 |
| +4 | +0.2 |
| +2 | 0 |
| ± 0 | 0 |
| -2 | 0 |
| -4 | -0.2 |
| -6 | -0.4 |
| -8 | -0.6 |
| -10 | -0.8 |

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/016111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S7/481(2006.01) i

FI: G01S7/481 Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01B11/00-G01B11/30, G01C3/00-G01C3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 2018-063228 A (FUJITSU LTD.) 19 April 2018, entire document | 1-20 |
| A | JP 2018-101151 A (PIONEER MICRO TECHNOLOGY CORP.) 28 June 2018, entire document | 1-20 |
| A | JP 2019-113457 A (PIONEER CORP.) 11 July 2019, entire document | 1-20 |
| A | JP 2012-002642 A (PULSTEC INDUSTRIAL CO., LTD.) 05 January 2012, entire document | 1-20 |
| A | JP 2012-124880 A (RICOH CO., LTD.) 28 June 2012, entire document | 1-20 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05.06.2020

Date of mailing of the international search report
16.06.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/016111

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 2014-020963 A (FUJITSU LTD.) 03 February 2014, entire document | 1-20 |
| A | US 2010/0039424 A1 (PAO, Feng Ming) 18 February 2010, entire document | 1-20 |
| A | CN 107450178 A (BEIJING AEROSPACE CHANGZHENG AIRCRAFT INSTITUTE) 08 December 2017, entire document | 1-20 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/016111

| Patent Documents referred to in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|--|------------------|--------------------|------------------|
| JP 2018-063228 A | 19.04.2018 | US 2018/0106903 A1 | |
| JP 2018-101151 A | 28.06.2018 | (Family: none) | |
| JP 2019-113457 A | 11.07.2019 | (Family: none) | |
| JP 2012-002642 A | 05.01.2012 | (Family: none) | |
| JP 2012-124880 A | 28.06.2012 | US 2012/0127184 A1 | |
| | | EP 2456208 A2 | |
| | | CN 102566213 A | |
| JP 2014-020963 A | 03.02.2014 | (Family: none) | |
| US 2010/0039424 A1 | 18.02.2010 | WO 2010/019714 A1 | |
| | | TW 201027483 A | |
| CN 107450178 A | 08.12.2017 | (Family: none) | |

| | | |
|--|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 7/481(2006.01)i FI: G01S7/481 Z | | |
| B. 調査を行った分野 | | |
| 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01S 7/48 - G01S 7/51, G01S 17/00 - G01S 17/95, G01B 11/00 - G01B 11/30, G01C 3/00 - G01C 3/32 | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| A | JP 2018-063228 A（富士通株式会社）19.04.2018（2018-04-19） *Whole Document* | 1-20 |
| A | JP 2018-101151 A（パイオニア・マイクロ・テクノロジー株式会社）28.06.2018 （2018-06-28） *Whole Document* | 1-20 |
| A | JP 2019-113457 A（パイオニア株式会社）11.07.2019（2019-07-11） *Whole Document* | 1-20 |
| A | JP 2012-002642 A（パルステック工業株式会社）05.01.2012（2012-01-05） *Whole Document* | 1-20 |
| A | JP 2012-124880 A（株式会社リコー）28.06.2012（2012-06-28） *Whole Document* | 1-20 |
| A | JP 2014-020963 A（富士通株式会社）03.02.2014（2014-02-03） *Whole Document* | 1-20 |
| A | US 2010/0039424 A1（PA0, Feng Ming）18.02.2010（2010-02-18） *Whole Document* | 1-20 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 | |
| “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | | |
| “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | | |
| “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | | |
| “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | | |
| “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 | | |
| 国際調査を完了した日 05.06.2020 | 国際調査報告の発送日 16.06.2020 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 田中 純 2S 7857 電話番号 03-3581-1101 内線 3216 | |

| C. 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------|---|----------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| A | CN 107450178 A (BEIJING AEROSPACE CHANGZHENG AIRCRAFT INSTITUTE) 08.12.2017 (2017 - 12 - 08) *Whole Document* | 1-20 |

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2020/016111

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|--------------------|------------|--------------------|-----|
| JP 2018-063228 A | 19.04.2018 | US 2018/0106903 A1 | |
| JP 2018-101151 A | 28.06.2018 | (ファミリーなし) | |
| JP 2019-113457 A | 11.07.2019 | (ファミリーなし) | |
| JP 2012-002642 A | 05.01.2012 | (ファミリーなし) | |
| JP 2012-124880 A | 28.06.2012 | US 2012/0127184 A1 | |
| | | EP 2456208 A2 | |
| | | CN 102566213 A | |
| JP 2014-020963 A | 03.02.2014 | (ファミリーなし) | |
| US 2010/0039424 A1 | 18.02.2010 | WO 2010/019714 A1 | |
| | | TW 201027483 A | |
| CN 107450178 A | 08.12.2017 | (ファミリーなし) | |