

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7007961号

(P7007961)

(45)発行日 令和4年1月25日(2022.1.25)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 C 15/00 (2006.01)

G 0 1 C

15/00

1 0 5 S

G 0 1 C 9/00 (2006.01)

G 0 1 C

9/00

A

請求項の数 5 (全15頁)

(21)出願番号 特願2018-47649(P2018-47649)
(22)出願日 平成30年3月15日(2018.3.15)
(65)公開番号 特開2019-158713(P2019-158713
A)
(43)公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)
審査請求日 令和3年1月18日(2021.1.18)

(73)特許権者 000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号
(74)代理人 100087826
弁理士 八木 秀人
(74)代理人 100187182
弁理士 川野 由希
(72)発明者 田上 政章
東京都板橋区蓮沼町 7 5 - 1 株式会社
トプコン内
審査官 續山 浩二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 整準方法および整準装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

傾斜センサと、温度センサとを備える機器本体において、
前記機器本体を、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲に入るまで、前記機器本体の傾斜角が 0 ' に近づく方向に傾動させ、
傾動後の傾斜状態を、第 1 の待機時間維持する、
第 1 のステップと、
前記第 1 のステップの後、
前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が 0 ' に近づく方向に傾動させ、
傾動後の傾斜状態を、第 2 の待機時間維持する、
第 2 のステップとを備え、
前記第 1 の待機時間は、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定されることを特徴とする整準方法。

【請求項 2】

前記第 2 の待機時間が、前記温度センサにより取得した温度、および予め求められた応答遅れに基いて設定されることを特徴する請求項 1 に記載の整準方法。

【請求項 3】

前記温度センサが、前記第 1 のステップおよび前記第 2 のステップ毎に、温度を取得することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の整準方法。

【請求項 4】

傾斜センサと、温度センサと、機器本体を傾斜駆動するモータと、前記モータの駆動を制御する制御部とを備える整準装置において、

前記制御部は、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲外にある場合、前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が0'に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第1の待機時間維持し、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲内にある場合、前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が0'に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第2の待機時間維持するように前記モータを制御し、

前記制御部は、前記第1の待機時間を、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定することを特徴とする整準装置。

【請求項5】

10

前記制御部が、前記第2の待機時間を、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定することを特徴とする請求項4に記載の整準装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測量機等の測定機器に用いられる整準方法および整準装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、測量機等の測定機器は、その設置状態を水平にするための整準装置を備えている。例えば、特許文献1には、整準装置を備えた回転レーザ装置が開示されている。回転レーザ装置は、レーザ光線を回転照射して、基準面を形成する装置である。

20

【0003】

特許文献1の整準方法を、図8(a)を参照しながら説明する。図8(a)は、特許文献1の整準装置における、整準動作時の傾斜センサの出力状態を示す図である。図8(a)において、破線Pは機器本体の傾斜角を示し、実線Rは傾斜センサが出力する検出角を示し、矢印a1, a2, a3は機器本体の傾動方向を示す。

【0004】

例えば、水平を0'として、最初に、機器本体が、傾斜センサの検出角度が+（プラス）となる方向（以下、「+方向」という。）に角度θ傾いている（A）場合、機器本体を、まず矢印a1で示す、+方向とは逆の-（マイナス）方向に傾動し、第1の0'（B）が検出された後、再度0'が検出されるように、矢印a2で示す+方向に傾動する。次に、第1の0'（B）と第2の0'（C）が検出される間の時間Tと、予め求めた傾斜センサの応答遅れに基づく係数とに基いて算出したモータの駆動時間Xt、機器本体を矢印a3で示す-方向に再度傾動する。

30

【0005】

駆動時間Xtが経過後（D）、機器本体の傾斜状態を維持しつつ、一定時間WTc待機する。（B）～（D）を検出角度が±（プラスマイナス）3'の範囲になるまで繰り返し、検出角度が±3'の範囲になったら（E）、角度の検出、0'の方向への傾動と一定時間の待機とを繰り返す微調整を行い、傾斜角を0'に収斂させて整準を完了する（F）。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2007-225307号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の整準方法では、（E）における検出角度が、所定の角度範囲、すなわち±3'の範囲に入るまでは、0°を挟んで±方向に機器本体の傾動を繰り返す必要があり、整準に時間がかかるという問題があった。

【0008】

50

しかも、従来の整準方法では、(C)でモータの駆動を停止した後、傾斜センサの安定するまで、温度の応答遅れを考慮した一定時間(待機時間 $W T c$)待機する。待機時間 $W T c$ は、例えば温度等に影響を受けない最大時間である(特許文献1、段落0041)。なお、本明細書において、用語「待機時間」は、傾動後、傾斜センサが安定するまでの傾動停止時間をいう。

【0009】

応答遅れは、傾斜センサ内の液体の粘性に起因し、温度の影響を受ける。図8(b)は、図8(a)の(C)(D)間における、温度が低い場合(実線 R_L)、温度が高い場合(実線 R_H)の傾斜センサの出力状態を拡大して示したものである。また、理解の容易のため、(D)では、傾斜センサの検出角が 0° に収束するものとする。

10

【0010】

温度が低い場合、液体の粘性が高くなり、応答遅れ D_L は大きい。しかし、待機時間 $W T c$ は一定であるので、傾斜センサが安定する時間 t_4 までには、時間 $W T s$ 不足する。この結果、傾斜センサの値が安定していない時間 t_3 での傾斜角の値に基いて、機器本体の傾動を再開するため、必要以上にモータを回転し、整準が安定しなくなる。

【0011】

一方、温度が高い場合、液体の粘性が低くなり、応答遅れ D_H は小さい。しかし、待機時間 $W T c$ は一定であるので、傾斜センサの検出値が安定する時間 t_2 の後、時間 $W T e$ 無駄に待機することになる。

【0012】

この結果、いずれの場合にも整準完了が遅延するという問題があった。

20

【0013】

本発明は、係る事情を鑑みてなされたものであり、迅速にかつ安定して整準を完了することができる整準方法および整準装置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】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明の1つの態様にかかる整準方法は、傾斜センサと、温度センサとを備える機器本体において、前記機器本体を、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲に入るまで、前記機器本体の傾斜角が $0'$ に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第1の待機時間維持する、第1のステップと、前記第1のステップの後、前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が $0'$ に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第2の待機時間維持する、第2のステップとを備え、前記第1の待機時間は、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定されることを特徴とする。

30

【0015】

上記態様において、前記第2の待機時間が、前記温度センサにより取得した温度、および予め求められた応答遅れに基いて設定されることも好ましい。

【0016】

上記態様において、前記温度センサが、前記第1のステップおよび前記第2のステップ毎に、温度を取得することも好ましい。

40

【0017】

また、本発明の別の態様に係る整準装置は、傾斜センサと、温度センサと、機器本体を傾斜駆動するモータと、前記モータの駆動を制御する制御部とを備える整準装置において、前記制御部は、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲外にある場合、前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が $0'$ に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第1の待機時間維持し、前記傾斜センサの検出角が所定の角度範囲内にある場合、前記機器本体を、前記機器本体の傾斜角が $0'$ に近づく方向に傾動させ、傾動後の傾斜状態を、第2の待機時間維持するように前記モータを制御し、前記制御部は、前記第1の待機時間を、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定することを特徴とする。

50

【 0 0 1 8 】

上記態様において、前記制御部が、前記第 2 の待機時間を、前記温度センサにより取得した温度および予め求められた応答遅れに基いて設定することも好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

上記の態様に係る整準方法および整準装置によれば、機器本体を、 0° を挟んだ $\pm$ 方向に繰り返し傾動しなくても、検出角を所定範囲とすることができるので、所定範囲の検出角まで水平に近づけるための時間を短縮することができる。また、過不足のない最適な待機時間を設定することができるので、整準の遅延が低減し、迅速なかつ安定した整準が可能となる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る整準装置を備える回転レーザ装置の、正面からみた縦断面図である。

【 図 2 】 同形態に係る整準装置を備える回転レーザ装置本体の構成ブロック図である。

【 図 3 】 同形態に係る整準装置の構成ブロック図である。

【 図 4 】 同形態に係る整準装置の整準動作を示すフローチャートである。

【 図 5 】 (a) は同形態に係る整準装置における、整準動作時の傾斜センサの出力状態の一部を示す図であり、(b) は同整準装置において、傾動速度が低速であると仮定した場合の、整準動作時の傾斜センサの出力状態を示す図である。

20

【 図 6 】 同形態に係る整準装置における、整準動作時の傾斜センサの出力状態の一部を示す図である。

【 図 7 】 (a) および (b) は、同形態に係る整準装置における、整準動作全体の傾斜センサの出力状態を示す図である。

【 図 8 】 (a) および (b) は、従来の整準装置における、整準動作時の傾斜センサの出力状態を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の好適な実施の形態について、実施例に基いて、図面を参照ながら説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

30

【 0 0 2 2 】

(実施の形態)

本発明の実施の形態に係る整準装置は、整準部 3 0 として回転レーザ装置 1 0 0 に備えられている。図 1 は、回転レーザ装置 1 0 0 の正面から見た縦断面図、図 2 は、回転レーザ装置本体 1 (機器本体) の構成ブロック図である。

【 0 0 2 3 】

回転レーザ装置 1 0 0 は、回転レーザ装置本体 1 およびケーシング 2 を備える。

【 0 0 2 4 】

回転レーザ装置本体 1 は、レーザ投光器 1 0、回動部 2 0、整準部 (整準装置) 3 0、傾斜センサ 4 0、温度センサ 5 0、および制御部 6 0 を備え、ケーシング 2 の内部に配置されている。回転レーザ装置本体 1 は、レーザ投光器 1 0 の傾動にともなって傾動するように構成されている。

40

【 0 0 2 5 】

レーザ投光器 1 0 は、投光光軸 1 1 を有する、レーザ光線を射出する装置である。レーザ投光器 1 0 は、駆動ギア 1 2 を有する走査モータ 1 3 を備える。

【 0 0 2 6 】

また、レーザ投光器 1 0 は、レーザ投光器 1 0 の周囲に設けられた X 軸、Y 軸に関し、それぞれ X 軸方向に延出する X 軸傾斜アーム 1 8 x、Y 軸方向に延出する Y 軸傾斜アーム (図示せず) を備える。

【 0 0 2 7 】

50

回動部 20 は、レーザ投光器 10 の上部に設けられ、走査ギア 21 を備える。回動部 20 は、走査モータ 13 の回転が、駆動ギア 12、走査ギア 21 を介して伝達されることにより回転駆動される。また、回動部 20 には、ペンタプリズム 22 が設けられている。

【0028】

整準部 30 は、レーザ投光器 10 の周囲に設けられた X 軸、Y 軸に関し、それぞれ、X 軸傾斜機構 31x、Y 軸傾斜機構 31y (図 3) を備える。

【0029】

X 軸傾斜機構 31x は、X 軸傾斜用モータ 32x と、レーザ投光器 10 と平行な方向に延びる回転中心軸を有する X 軸傾斜用スクリュ 33x と、X 軸傾斜用スクリュ 33x に螺合するスライドナット 34x とを備える。X 軸傾斜用モータ 32x は、例えば、ステッピング
10

【0030】

スライドナット 34x は、レーザ投光器 10 の X 軸傾斜アーム 18x と、ピンを介して係合している。また、X 軸傾斜用モータ 32x は、駆動ギア 36x および傾斜用ギア 37x を介して、X 軸傾斜用スクリュ 33x を回転可能に構成されている。

【0031】

X 軸傾斜用スクリュ 33x が回転することにより、スライドナット 34x が上下に移動し、これにより X 軸傾斜アーム 18x が傾斜してレーザ投光器 10 が傾動する。

【0032】

また、図 1 には図示しない Y 軸傾斜機構 31y (図 3) も、X 軸傾斜機構 31x と同様の機構により、レーザ投光器 10 を Y 軸方向に傾動するように構成されている。
20

【0033】

傾斜センサ 40 は、X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y を備える。X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y は、レーザ投光器 10 下部の、投光光軸 11 に対して直交する平面内の X 軸方向、Y 軸方向にそれぞれ設けられている。X 軸傾斜センサ 41x、Y 軸傾斜センサ 41y は、それぞれ、X 軸傾斜アーム 18x、Y 軸傾斜アーム (図示せず) に対して平行である。

【0034】

X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y は、気泡管を備える傾斜センサであり、特に限定されないが、例えば、電気気泡管、光源、受光素子、および制御手段を備え、
30

【0035】

X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y は、水平に対して微小角範囲については、角度検出が可能であるが、検出可能範囲を超えると、傾斜方向は検出可能であるが、傾斜角の値は検出できないという特性を有する。

【0036】

X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y は、レーザ投光器 10 の任意の方向の傾斜角を検出することができる。X 軸傾斜機構 31x、Y 軸傾斜機構 31y (図 3) には、X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y の検出結果に基づいて、X 軸傾斜アーム 18x、Y 軸傾斜アーム (図示せず) を介して、レーザ投光器 10 を鉛直になるように
40

【0037】

温度センサ 50 としては、任意の温度センサを用いることができるが、例えば、サーミスタが用いることが好ましい。温度センサ 50 は、図示の例では、X 軸傾斜センサ 41x に取り付けられている。

【0038】

温度センサ 50 の配置は、特に限定されない。傾斜センサ 40 の周囲の温度を測定可能であれば、Y 軸傾斜センサ 41y に取り付けられていてもよく、X 軸傾斜センサ 41x および Y 軸傾斜センサ 41y に直接取り付けることなく、単に近傍に配置してもよい。また、
50

X軸傾斜センサ41x、Y軸傾斜センサ41yのそれぞれに温度センサ50を設けてもよい。

【0039】

制御部60は、例えば、マイクロコントローラであり、プロセッサとしてのCPU(Central・Processing・Unit)、および記憶装置としてのRAM(Random・Access・Memory)、ROM(Read・Only・Memory)等により構成されている。

【0040】

制御部60は、レーザ投光器10の発光を制御し、走査モータ13、整準部30の駆動を制御する。また、制御部60は、温度センサが取得した温度の値、傾斜センサが取得した検出角の値を記憶し、待機時間WT1、WT2を設定する。また、待機時間の設定に必要な応答遅れを記憶する。

10

【0041】

回転レーザ装置100は、レーザ投光器10が鉛直に整準された状態でレーザ光線を射出する。該レーザ光線が、ペンタプリズム22によって水平方向に偏向されて、図1に矢印で示す水平方向に照射される。

【0042】

そして、走査モータ13による回転力が、駆動ギア12および走査ギア21を介して回動部20に伝達され、回動部20が回転されることにより、レーザ光線が回転照射され、水平基準面が形成される。

20

【0043】

また、レーザ投光器10が鉛直に整準された状態から、X軸傾斜用モータ32xが所定回転量(所定のパルス数)X軸傾斜用スクリュ33xを回転させることで、レーザ投光器10を所定の角度に傾斜させることができ、この状態でレーザ光線を回転照射することで、傾斜基準面が形成される。

【0044】

図3は、本発明の実施の形態に係る整準部(整準装置)30の構成ブロック図である。このように、整準部30は、整準制御部38と、X軸傾斜機構31xおよびY軸傾斜機構31yとを備えている。

【0045】

なお、整準制御部38は、回転レーザ装置本体1の制御部60において、後述する傾斜用モータの駆動速度や、傾斜センサの応答遅れを表す温度係数等のデータ、整準動作を実行するためのプログラムがROM、RAMに格納されるとともに、該プログラムがCPUに読み込まれ、CPU上で実行されることにより機能を発揮するように構成された機能部である。

30

【0046】

(整準方法)

次に、本実施の形態に係る整準部(整準装置)30を用いた、回転レーザ装置100の整準動作について説明する。X軸方向およびY軸方向の整準動作は同様であるので、X軸方向についてのみ説明し、重複する説明は省略する。

40

【0047】

まず、回転レーザ装置100は、水平状態ではなく、X軸傾斜センサ41xの検出角が+(プラス)の値となる、+方向に、X軸傾斜センサ41xの最大検出角度 θ 以上傾斜しているものとする。

【0048】

整準部30において、整準動作が開始すると、ステップS101において、温度センサ50が温度データを取得する。

【0049】

次いで、ステップS102では、整準制御部38が、ステップS101において取得された温度データと、予め求められた応答遅れD1とに基づいて、X軸傾斜センサ41xの第1

50

の待機時間 WT_1 を設定する。第 1 の待機時間 WT_1 の設定については後で詳述する。

【 0 0 5 0 】

次いで、ステップ S_{103} では、X 軸傾斜センサ $41x$ が傾斜角を検出する。

【 0 0 5 1 】

次いで、ステップ S_{104} では、整準制御部 38 が、ステップ S_{103} で検出された傾斜角（検出角）が、所定の角度範囲内、例えば本実施例では $\pm 3'$ 以内、であるか否かを判断する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S_{104} において検出角が $\pm 3'$ 以内でない場合（No）、ステップ S_{105} に移行して、整準制御部 38 が、X 軸傾斜用モータ $32x$ を回転駆動するように制御し、レーザ投光器 10 を、傾斜角が 0° に近づく方向、すなわち -（マイナス）方向に傾動する。

10

【 0 0 5 3 】

X 軸傾斜用モータ $32x$ の駆動速度 V_1 は、モータの性能を考慮して最適となるように設定され、比較的高速、例えば、モータの最大速の定速である。具体的には、本実施例においては、レーザ投光器 10 を数秒で 1° 傾斜させる速度である。

【 0 0 5 4 】

次いで、処理はステップ S_{101} に戻り、ステップ S_{104} において、X 軸傾斜センサ $41x$ の検出角が $\pm 3'$ 以内になるまでステップ $S_{101} \sim S_{105}$ を繰り返す。

【 0 0 5 5 】

そして、ステップ S_{104} において、X 軸傾斜センサ $41x$ の検出角が $\pm 3'$ 以内になると（Yes）、処理はステップ S_{106} に移行して、整準制御部 38 は、X 軸傾斜用モータ $32x$ の駆動を停止させ、レーザ投光器 10 を、ステップ S_{102} で設定した待機時間 WT_1 、ステップ S_{105} 後の傾斜状態に維持する。

20

【 0 0 5 6 】

待機時間 WT_1 が経過すると、処理はステップ S_{107} に移行して、X 軸傾斜センサ $41x$ の検出角が $\pm 3'$ 以内であるか否かを判断する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S_{107} において検出角が $\pm 3'$ 以内でない場合（No）、処理はステップ S_{101} に戻り、ステップ S_{107} で検出角が $\pm 3'$ 以内になるまでステップ $S_{101} \sim S_{107}$ を繰り返す。

30

【 0 0 5 8 】

ステップ S_{107} において検出角が $\pm 3'$ 以内である場合（Yes）、ステップ S_{108} に移行して、温度センサ 50 は、再度温度を取得する。

【 0 0 5 9 】

次いで、ステップ S_{109} では、整準制御部 38 が、ステップ S_{108} において取得された温度データと、予め求められた応答遅れ D_2 とに基いて、X 軸傾斜センサ $41x$ の第 2 の待機時間 WT_2 を設定する。第 2 の待機時間 WT_2 については後で詳述する。

【 0 0 6 0 】

次いで、ステップ S_{110} では、X 軸傾斜センサ $41x$ が傾斜角を検出する。

【 0 0 6 1 】

次いで、ステップ S_{111} では、整準制御部 38 が、ステップ S_{108} で検出された傾斜角（検出角）が、所定の角度範囲内、本実施例において例えば $\pm 1''$ 以内、であるか否かを判断する。

40

【 0 0 6 2 】

ステップ S_{111} において、検出角が $\pm 1''$ 以内でない場合（No）、ステップ S_{112} に移行して、整準制御部 38 が、X 軸傾斜用モータ $32x$ を回転駆動するように制御し、レーザ投光器 10 を、傾斜角が 0° に近づく方向に傾動する

【 0 0 6 3 】

ステップ S_{112} における X 軸傾斜用モータ $32x$ の駆動速度 V_2 は定速であり、駆動速度 V_2 および駆動時間 TT_2 （図 6 における TT_{2a} 、 TT_{2b} ）は、X 軸傾斜センサ 4

50

1の検出値が目的の角度範囲、例えば、本実施例においては $\pm 1^\circ$ 以内、になるまでの残りの角度に基いて適宜算出されて、設定される。

【0064】

具体的には、駆動速度 V_2 は、 V_1 の $1/5 \sim 1/500$ の速度であり、残りの角度が小さくなるにつれて速度 V_2 も小さくなるように、残りの角度に応じて段階的に設定される。また、駆動速度 V_2 および駆動時間 TT_2 を、このように算出した速度の2倍速に設定し、駆動時間 TT_2 をこのように算出した駆動時間の $1/2$ としてもよい。

【0065】

次いで、ステップ S_{113} に移行すると、整準制御部38は、X軸傾斜用モータ32xの駆動を停止させ、ステップ S_{109} で設定した待機時間 WT_2 、レーザ投光器10をステップ S_{112} 後の傾斜状態に維持する。

10

【0066】

次いで、処理はステップ S_{108} に戻り、ステップ S_{111} においてX軸傾斜センサ41xの検出角が $\pm 1^\circ$ 以内になるまで、ステップ $S_{108} \sim S_{113}$ を繰り返す(以下、この繰り返しの処理を微調整という。)。

【0067】

そして、ステップ S_{111} においてX軸傾斜センサ41xの検出角が $\pm 1^\circ$ 以内になった場合(Yes)、整準動作が終了する。

【0068】

次に、第1の待機時間 WT_1 の設定について説明する。

20

【0069】

図5(a)は、ステップ $S_{101} \sim S_{107}$ までの、X軸傾斜センサ41xの出力状態を示す線図である。実線 S_0 、 S_{40} は、それぞれ温度が 0° 、 40° の場合の出力状態(検出角)を示し、破線 Q_0 、 Q_{40} は、それぞれ温度が 0° 、 40° の場合のレーザ投光器10の傾斜角を示す。なお、上記温度は、低温の場合と高温の場合との例示である。

【0070】

40° の場合、時間 t_1 においてX軸傾斜センサ41xが $\pm 3'$ 以内を検出するまでは、X軸傾斜用モータ32xは連続的に駆動する(ステップ $S_{101} \sim S_{105}$)。時間 t_1 においてX軸傾斜センサ41xが $+3'$ 以内を検出すると(ステップ S_{104})、X軸傾斜センサ41xは駆動を停止し、レーザ投光器10の傾斜状態を維持する(ステップ S_{106})。

30

【0071】

一方、 0° の場合、X軸傾斜センサ41xが $+3'$ 以内を検出するのは時間 t_2 となる。その後、X軸傾斜センサ41xは駆動を停止し、レーザ投光器10の傾斜状態を維持する(ステップ S_{106})。

【0072】

この時、X軸傾斜センサ41xは、 0° 、 40° の場合に、それぞれ応答遅れ D_{1-0} 、 D_{1-40} (以下、これらを代表して、応答遅れ D_1 という。)を示す。上記の通り、応答遅れ D_1 は温度による応答遅れ D_T を含む。それに加えて、応答遅れ D_1 は、傾動速度による応答遅れ D_{ms} を含む。

40

【0073】

傾動速度による応答遅れ D_{ms} は、傾動停止時の慣性力により、液面が安定しないこと等により起こり、傾動速度および傾動時間に依存する。

【0074】

図5(b)は、ステップ S_{105} において、傾動速度が低速であると仮定した場合のX軸傾斜センサ41xの出力状態を示す線図である。図5(a)と同様に実線 S_0 、 S_{40} は、それぞれ温度が 0° 、 40° の場合の出力状態(検出角)を示し、破線 Q_0 、 Q_{40} は、それぞれ温度が 0° 、 40° の場合のレーザ投光器10の傾斜角を示す。

【0075】

図5(b)のように傾動速度が低速であるならば、応答遅れ D_1 における、傾動速度によ

50

る応答遅れ D_{ms} は無視できるほど小さく、応答遅れ D_1 は温度に依存するとみなすことができる。

【 0 0 7 6 】

しかし、実際には、X 軸傾斜用モータ 3 2 x は、比較的高速、例えば最大速で駆動される。このため、傾動速度による応答遅れ D_{ms} は無視できないほど大きい。

【 0 0 7 7 】

そのため、応答遅れ D_1 は、温度による応答遅れ D_T と、傾動速度 V_1 による応答遅れ D_{ms} の和として式 1 のように表すことができる。

$$D_1 = D_T + D_{ms} \quad (\text{式 1})$$

【 0 0 7 8 】

傾動速度 V_1 による応答遅れ D_{ms} は、例えば式 2 のように表すことができる。

$$D_{ms} = \beta \times T_{dt} \quad (\text{式 2})$$

(ここで、 β は傾動速度 V_1 に依存する係数を、 T_{dt} は X 軸傾斜用モータ 3 2 x の駆動時間を表す。)

【 0 0 7 9 】

また、温度による応答遅れ D_T は、例えば式 3 のように表すことができる。

$$D_T = \alpha T + b \quad (\text{式 3})$$

(ここで、 α は温度に依存する係数を、 T は温度を、 b は定数を表す。)

【 0 0 8 0 】

係数 α 、 β 、定数 b は、実験、実測により予め求められる。例えば、温度を適宜変更して、既知の速度 v_1 、 v_2 ・・・で X 軸傾斜センサ 4 1 x を傾動させた場合の、X 軸傾斜センサ 4 1 x の機械的な傾動速度に対する、検出角度の出力速度、出力値等を測定することにより求められる。

【 0 0 8 1 】

このようにした求めた係数 α 、 β 、定数 b 、および式 1 ~ 式 3 より、各温度における応答遅れ D_1 が予め求め、関数、テーブル等、任意の形式で制御部 6 0 の記憶装置に記憶させる。

【 0 0 8 2 】

第 1 の待機時間 WT_1 (図中、符号 WT_1-0 、 WT_1-40 は、それぞれ温度が 0、40 の場合の第 1 の待機時間を示す。) は、このようにして予め求められた応答遅れ D_1 の、ステップ S_{101} で取得した温度における応答遅れ D_1 に相当する時間として設定される。

【 0 0 8 3 】

次に、第 2 の待機時間 WT_2 の設定について説明する。

【 0 0 8 4 】

図 6 は、ステップ S_{108} 以降の、X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態を示す、図 5 に連続する線図であり、拡大したものである。図中時間 $t_3 \sim t_8$ は、図 5 (a) における時間 $t_1 \sim t_3$ に連続する時間を示し、 t_3 は共通である。実線 S_{40} および破線 Q_{40} は、それぞれ温度が 40 の場合の、X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態およびレーザ投光器 1 0 の傾斜角を示し、それぞれ図 5 における実線 S_{40} および破線 Q_{40} に連続する。なお、図 5 の S_0 のように、時間 t_4 において、検出される傾斜角が - の場合、- 方向から 0 ° へ向かう制御となるが、その挙動は制御の方向が反対であることを除き、温度が 40 の場合の制御と同様であるので重複する説明は省略する。

【 0 0 8 5 】

時間 t_2 において X 軸傾斜センサの検出角が $\pm 3'$ 以内を検出した後、第 1 の待機時間 WT_1 が経過すると、X 軸傾斜センサ 4 1 x が $\pm 1''$ 以内を検出するまで、傾斜角の検出 (ステップ S_{110})、駆動時間 TT_2 の X 軸傾斜用モータ 3 2 x の駆動 (ステップ S_{112})、および待機時間 WT_2 の待機 (ステップ S_{113}) を繰り返す。駆動速度 V_2 、傾動時間 TT_2 および待機時間 WT_2 は、繰り返しの各回毎に、駆動速度 V_{2a} 、 V_{2b} 、...、傾動時間 TT_{2a} 、 TT_{2b} 、... および待機時間 WT_{2a} 、 WT_{2b} 、... のように設

10

20

30

40

50

定される。

【 0 0 8 6 】

待機時間 $W T_2$ において、 X 軸傾斜センサ 4 1 x は、応答遅れ D_2 (図中の符号 D_{2a} , D_{2b} は、それぞれ 1 回目および 2 回目のステップ S_{113} における応答遅れを示す。) を示す。

【 0 0 8 7 】

ここで、応答遅れ D_2 も、応答遅れ D_1 と同様に、温度による応答遅れ D_T と、駆動速度による応答遅れ D_{ms} との和として式 4 のように表すことが考えられる。

$$D_2 = D_T + D_{ms} \quad (\text{式 4})$$

【 0 0 8 8 】

しかし、ステップ S_{112} における X 軸傾斜用モータ 3 2 x の駆動速度 V_2 は V_1 の $1/5 \sim 1/500$ 程度と小さく、残りの角度も $3'$ 位内と小さいため、駆動速度 V_2 も、駆動時間 $T T_2$ も共に小さく、駆動速度による応答遅れ D_{ms} は無視できるほど小さい。

【 0 0 8 9 】

この結果、応答遅れ D_2 は近似的に式 5 のように表せる。

$$D_2 = D_T = \alpha T + b \quad (\text{式 5})$$

(ここで、 α は温度に依存する係数を、 T は温度を、 b は定数を表し、式 3 の α 、 T 、 b と共通する。)

【 0 0 9 0 】

予め求められた応答遅れ D_2 は、応答遅れ D_1 と同様に、関数、テーブル等、任意の形式で制御部 6 0 の記憶装置に記憶される。

【 0 0 9 1 】

第 2 の待機時間 $W T_2$ は、このようにして予め求められた応答遅れ D_2 の、ステップ S_{108} で取得した温度における応答遅れ D_2 に相当する時間として設定される。

【 0 0 9 2 】

図 7 (a) は、整準動作全体の X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態の 1 つの例を示す図である。実線 S および破線 Q は、それぞれ X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態およびレーザ投光器 1 0 の傾斜角を示す。

【 0 0 9 3 】

図 7 (a) から、本実施の掲載の整準部 3 0 によれば、レーザ投光器 1 0 を 0° を挟んだ $\pm$ 方向に繰り返し傾動することなく、検出角を $\pm 3'$ 位内に導くことができ、機器本体を、 0° を挟んだ $\pm$ 方向に繰り返し傾動する従来の整準方法に比べて、短時間で検出角の範囲が $\pm 3'$ 位内になるように導けることがわかる。

【 0 0 9 4 】

また、微調整においても、温度および応答遅れに基いた第 2 の待機時間 $W T_2$ を採用しているため、微調整の時間も短縮されていることがわかる。

【 0 0 9 5 】

図 7 (b) は、整準動作全体の X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態の 1 つの例を示す図である。図 7 (a) と同様に、実線 S および破線 Q は、それぞれ X 軸傾斜センサ 4 1 x の出力状態およびレーザ投光器 1 0 の傾斜角を示す。本例では、1 度目の $-$ 方向への傾動後の待機時間 $W T_{1a}$ 経過後には、傾斜角が、 $\pm 3'$ 以内に収まらず、レーザ投光器 1 0 は、 $-$ 方向に大きく傾動している。このような場合であっても、 $+$ 方向への傾動および、待機時間 $W T_{1b}$ の待機を行うことにより、機器本体を、 0° を挟んだ $\pm$ 方向に繰り返し傾動することなく検出角を $\pm 3'$ 位内に導くことができることがわかる。

【 0 0 9 6 】

このように、本実施の形態に係る整準部 3 0 によれば、温度センサ 5 0 を用いて、 X 軸傾斜センサ 4 1 x の温度データを取得し、該温度データと予め求められた応答遅れ D_1 とに基いて第 1 の待機時間 $W T_1$ を設定するので、温度による応答遅れ D_T と駆動速度による応答遅れ D_{ms} の両方を考慮した第 1 の待機時間 $W T_1$ を設定することができる。したがって、過不足のない最適な待機時間の設定ができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

最適な待機時間の設定ができるので、迅速にかつ安定して、検出角が所定範囲内になるように傾斜用モータを制御することができる。この結果、機器本体を、 0° を挟んだ $\pm$ 方向に繰り返し傾動しなくても、検出角を所定範囲とすることができるので、所定範囲の検出角まで水平に近づけるための時間を短縮することができる。この結果、整準動作全体の時間を短縮することができ、迅速かつ安定した自動整準が可能となる。

【 0 0 9 8 】

また、本実施の形態に係る整準部 30 によれば、温度センサ 50 により取得した温度データと、予め求められた応答遅れ D_2 とに基いて第 2 の待機時間 WT_2 (WT_{2a} , WT_{2b} , ...) を設定するので、微調整の段階でも過不足のない最適な待機時間を設定することができる。

10

【 0 0 9 9 】

微調整の段階においても最適な待機時間の設定ができるので、微調整に係る時間を短縮することができる。この結果、整準動作全体の時間を短縮することができ、迅速かつ安定した自動整準が可能となる。

【 0 1 0 0 】

(変形例)

なお、ステップ S 108 を省略し、ステップ S 109 では、ステップ S 101 において取得した温度を用いて第 2 の待機時間 WT_2 を設定してもよい。

【 0 1 0 1 】

また、ステップ S 105 において、図 4 に破線矢印で示すように、ステップ S 101 に戻るのに代えて、ステップ S 103 に戻り、2 度目以降のステップ S 101 および S 102 を省略し、ステップ S 106 では、最初のステップ S 102 において設定した第 1 の待機時間 WT_1 を用いてもよい。

20

【 0 1 0 2 】

また、ステップ S 112 において、図 4 に破線矢印で示すように、ステップ S 108 に戻るのに代えてステップ S 110 に戻り、2 度目以降のステップ S 108 および S 109 を省略し、ステップ S 113 では、最初のステップ S 109 において設定した第 2 の待機時間 WT_2 を用いてもよい。

【 0 1 0 3 】

しかし、回転レーザ装置 100 等の測量機は、気温の変動の大きい環境下で使用されることも多いので、待機の毎に温度を取得し待機時間を設定するように構成すると、よりの確な待機時間を設定することができるという点でより有利である。

30

【 0 1 0 4 】

なお、上記の実施の形態においては、機器本体が + 側に傾いている状態から整準動作を行う例について述べたが、機器本体が - 側に傾いている状態からでも、同様に整準動作を行うことができる。

【 0 1 0 5 】

以上、本発明の好ましい実施の形態に係る整準装置 (整準部 30) を、回転レーザ装置 100 に適用した例について述べたが、本実施の形態に係る整準装置 (整準部 30) は、回転レーザ装置 100 に関わらず、種々の測量機の適用することが可能であり、また、測量機に関わらず測定時に水平状態に設置することを要求される種々の装置に用いることができる。

40

【 0 1 0 6 】

また、上記の実施の形態は本発明の一例であり、これらを当業者の知識に基づいて組み合わせることが可能であり、そのような形態も本発明の範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 7 】

1 回転レーザ装置本体 (機器本体)

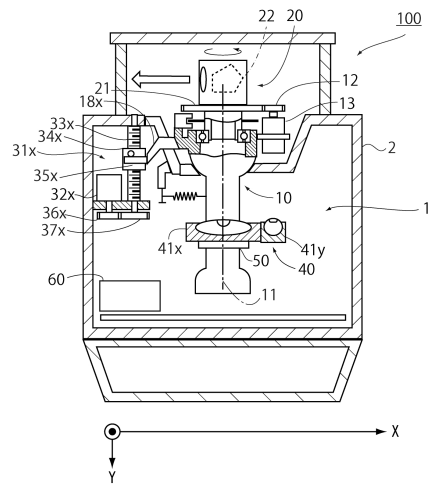
30 整準部 (整準装置)

50

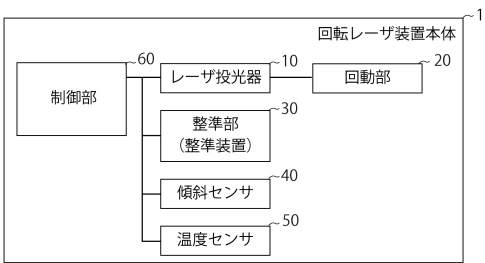
- 3 2 x X 軸傾斜用モータ (モータ)
- 3 2 y Y 軸傾斜用モータ (モータ)
- 3 8 整準制御部 (制御部)
- 4 0 傾斜センサ
- 4 1 x X 軸傾斜センサ
- 4 1 y Y 軸傾斜センサ
- 5 0 温度センサ

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

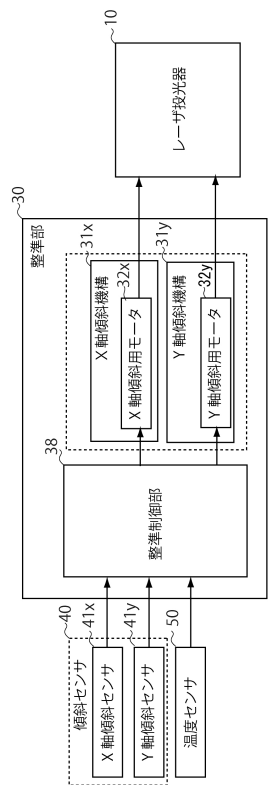
20

30

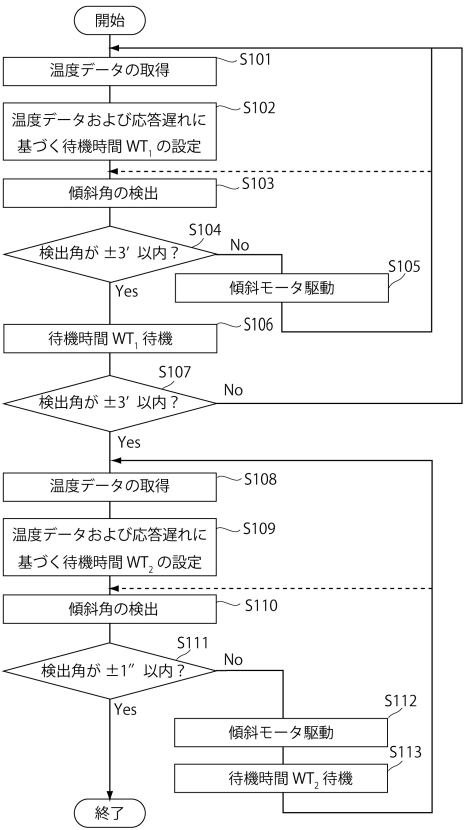
40

50

【図 3】



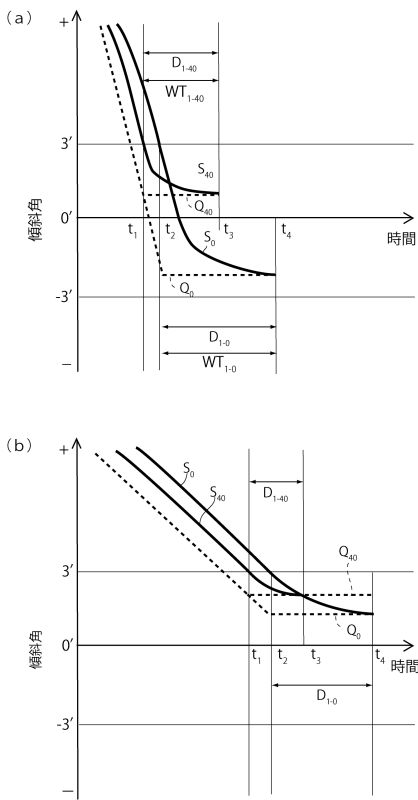
【図 4】



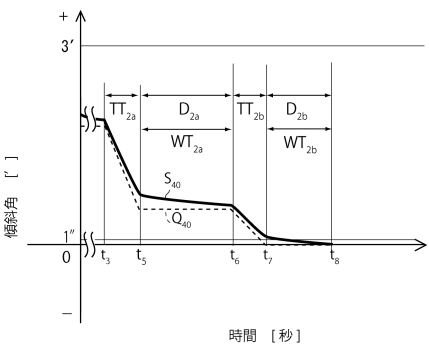
10

20

【図 5】



【図 6】

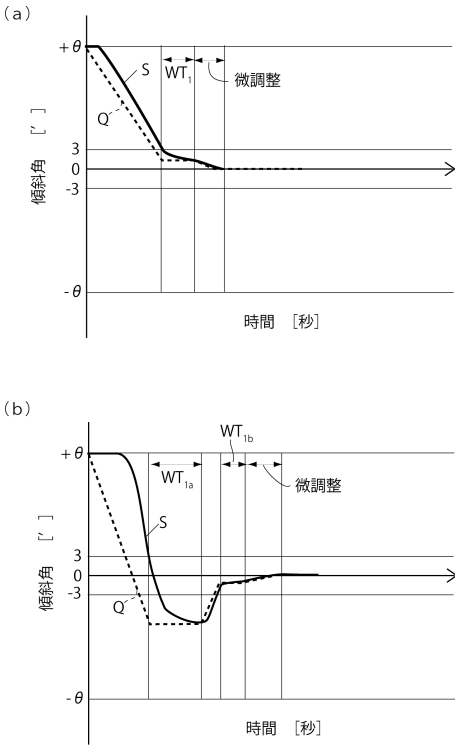


30

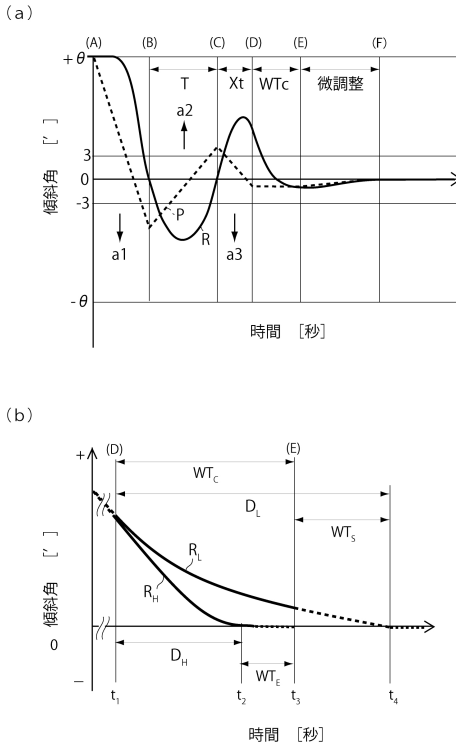
40

50

【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 0 7 1 9 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 2 5 3 0 7 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 6 4 2 7 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 1 C 1 5 / 0 0
G 0 1 C 9 / 0 0