

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-47024  
(P2023-47024A)

(43)公開日 令和5年4月5日(2023.4.5)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 C 15/06 (2006.01)

G 0 1 C 15/00 (2006.01)

G 0 1 C 15/06 T

G 0 1 C 15/00 1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-155915(P2021-155915)	(71)出願人	000220343 株式会社トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22)出願日	令和3年9月24日(2021.9.24)	(74)代理人	100207642 弁理士 簾内 里子
		(72)発明者	菊池 武志 東京都板橋区蓮沼町75 1 株式会社 トブコン内

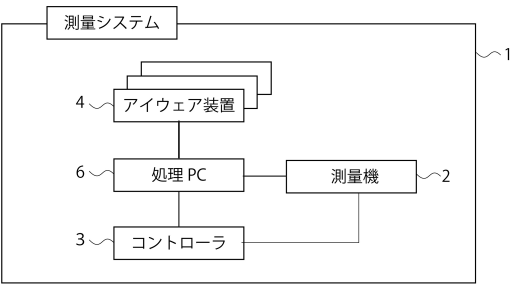
(54)【発明の名称】 測量システム

(57)【要約】

【課題】作業者が一人でもスムーズに測量作業が可能な測量システムの提供。

【解決手段】ポール（7）に取付けられた前記ターゲット（5）の測距及び測角が可能な測量機（2）と、前記ポール（7）に取付けられ、命令を入力する入力部（34）から前記測量機（2）に命令を送るコントローラ（3）と、風景に重ねて表示が可能なアイウェア装置（4）とを備える測量システム（1）を提供する。アイウェア装置（4）に測量現場の風景に重ねて測量点を同期させて表示して、ポールに取付けた状態でコントローラ（3）から測量機（2）に命令を入力して、ターゲットの測距測角を行う。不要な視線移動や手の移動などが省略され、測量作業を一人で効率的に行うことができる。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ターゲット（ 7 ）と、前記ターゲット（ 7 ）が取り付けられるポール（ 5 ）と、  
前記ターゲット（ 7 ）までの距離を計測する測距部（ 2 6 ）と、前記測距部（ 2 6 ）の  
向く鉛直角と水平角を測角する測角部（ 2 1 , 2 2 ）と、前記測角部（ 2 1 , 2 2 ）の鉛  
直角および水平角を設定された角度に駆動する駆動部（ 2 3 , 2 4 ）と、通信部（ 2 8 ）  
と、入力された命令を実施する演算制御部（ 2 5 ）とを備え、前記ターゲット（ 5 ）の測  
距及び測角が可能な測量機（ 2 ）と、  
前記ポール（ 7 ）に着脱可能に取付けられ、通信部（ 3 3 ）と、命令を入力する入力部  
（ 3 4 ）とを有し、前記測量機（ 2 ）と通信して前記測量機（ 2 ）に命令を送るコントロ  
ーラ（ 3 ）と、  
通信部（ 4 4 ）と、ディスプレイ（ 4 1 ）と、装置の位置を検出する相対位置検出セン  
サ（ 4 5 ）と、装置の方向を検出する相対方向検出センサ（ 4 6 ）とを備えるアイウェア  
装置（ 4 ）と、  
測量現場の測定点を記憶する記憶部（ 6 4 ）と、  
前記アイウェア装置（ 4 ）の位置および方向に関する情報を受領し、前記測定点の座標  
と同期する同期計測部（ 6 5 1 ）を備える演算処理部（ 6 5 ）と、  
を備え、  
前記ディスプレイ（ 4 1 ）には、測量現場の風景に重ねて、前記演算処理部（ 6 5 ）が  
算出した前記測定点が表示され、前記コントローラ（ 3 ）から入力された命令により前記  
測量機（ 2 ）による測距および測角が実施される、  
ことを特徴とする測量システム（ 1 ）。

**【請求項 2】**

前記コントローラ（ 3 ）は、前記ポール（ 5 ）に取付するための取付部（ 3 1 ）を有し  
、  
前記入力部（ 3 4 ）は押圧スイッチであり、前記押圧スイッチは、押圧方向が前記取付  
部（ 3 1 ）に向かうように配置されている、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の測量システム（ 1 ）。

**【請求項 3】**

前記入力部（ 3 4 ）は、前記コントローラ（ 6 ）が取り付けられた前記ポール（ 5 ）を  
支持した状態において、前記ポール（ 7 ）を把持した状態の作業者の少なくとも親指およ  
び人差し指の可動範囲内で入力可能であるように配置されている、  
ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の測量システム。

**【請求項 4】**

前記測量機（ 2 ）は、前記ターゲット（ 7 ）を自動追尾する追尾部（ 2 7 ）を有し、前  
記ターゲット（ 7 ）が前記測定点から所定範囲内にあると、自動で追尾を行い、前記ディ  
スプレイ（ 4 1 ）には、リアルタイムに前記ターゲット（ 7 ）の位置情報が表示される、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の測量システム（ 1 ）。

**【請求項 5】**

前記記憶部（ 6 4 ）および前記演算処理部（ 6 5 ）は、前記測量機（ 2 ）に備えられる  
、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載の測量システム（ 1 ）。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、一人で測量を行う作業者の作業効率を向上させる測量システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年は作業者が一人（ワンマン）で測量を行うことも多くなっている（例えば、特許文  
献 1）。作業者が表示部と入力部を備えたデバイスを携帯し、ターゲット付きのポールを

10

20

30

40

50

持って測定点へ移動して、デバイスの表示部で測定点を確認し、入力部から遠隔で測量機に測距・測角を指示することで、作業員一人で測量をすることが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-229350号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、作業員は、デバイスの表示部を確認しながら移動し、測定ときには入力部から測定の命令を入力せねばならず、一連の動作に時間がかかるという問題があった。

【0005】

本発明は、このような問題を改善するために成されたものであり、作業員一人での測量の作業効率を向上させる測量システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題を解決するため、本開示のある態様では、ターゲット(7)と、前記ターゲット(7)が取り付けられるポール(5)と、前記ターゲット(7)までの距離を計測する測距部(26)と、前記測距部(26)の向く鉛直角と水平角を測角する測角部(21, 22)と、前記測角部(21, 22)の鉛直角および水平角を設定された角度に駆動する駆動部(23, 24)と、通信部(28)と、入力された命令を実施する演算制御部(25)とを備え、前記ターゲット(5)の測距及び測角が可能な測量機(2)と、前記ポール(7)に取付けられ、通信部(33)と、命令を入力する入力部(34)とを有し、前記測量機(2)と通信して前記測量機(2)に命令を送るコントローラ(3)と、通信部(44)と、ディスプレイ(41)と、装置の位置を検出する相対位置検出センサ(45)と、装置の方向を検出する相対方向検出センサ(46)とを備えるアイウェア装置(4)と、測量現場の測定点を記憶する記憶部(64)と、前記アイウェア装置(4)の位置および方向に関する情報を受領し、前記測定点の座標と同期する同期計測部(651)を備える演算処理部(65)とを備え、前記ディスプレイ(41)には、測量現場の風景に重ねて、前記演算処理部(65)が算出した前記測定点が表示され、前記コントローラ(3)から入力された命令により前記測量機(2)による測距および測角が実施される測量システム(1)を提供する。

【0007】

これにより、アイウェア装置で測定点を測量現場の風景に重ねて確認でき、さらにポールに取付けたコントローラにより、ポールを把持したまま測量機に命令を送ることができる。測量に必要な行動を無駄なく実施でき、一人での測量の作業効率が向上する。

【0008】

また、ある態様では、前記コントローラ(3)は、前記ポール(5)に取付するための取付部(31)を有し、前記入力部(34)は押圧スイッチであり、前記押圧スイッチは、押圧方向が前記取付部(31)に向かうように配置されているように構成した。この態様によれば、ポールに取付けられたコントローラの押圧スイッチを押すときには、ポールに向かって押すことができる。安定した状態で押すことができ、手振れを防止でき、一人での作業効率が向上する。

【0009】

また、ある態様では、前記入力部(34)は、前記コントローラ(6)が取り付けられた前記ポール(5)を支持した状態において、前記ポール(7)を把持した状態の作業員の少なくとも親指および人差し指の可動範囲内で入力可能であるように配置した。この態様によれば、作業員は少なくとも親指および人差し指の可動範囲で命令を入力できるため、残りの三本の指と手のひらでポールを把持できる。ポールを把持したまま命令入力しやすい構成で、作業効率が向上する。

## 【 0 0 1 0 】

また、ある態様では、前記測量機（ 2 ）は、前記ターゲット（ 7 ）を自動追尾する追尾部（ 2 7 ）を有し、前記ターゲット（ 7 ）が前記測定点から所定範囲内にあると、自動で追尾を行い、前記ディスプレイ（ 4 1 ）には、リアルタイムに前記ターゲット（ 7 ）の位置情報が表示されるように構成した。この態様によれば、ターゲットがロックされた状態では、詳しい情報が追加されるため、精度が高い状態でポールを測定位置に短時間で設置できる。

## 【 0 0 1 1 】

また、ある態様では、前記記憶部（ 6 4 ）および演算処理部（ 6 5 ）は、前記測量機（ 2 ）に備えられるように構成した。ソフトウェア的、あるいはハードウェア的に測量機に含まれることで、構成要素を減らすことができる。設定を測量機で行うことができるため、全体の構成をシンプルにできる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 2 】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、作業者一人での測量の作業効率を向上させる測量システムを提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る測量システムの概略構成図である。

【 図 2 】 同測量システムの構成ブロック図である。

【 図 3 】 同測量システムに係る測量機の構成ブロック図である。

【 図 4 】 コントローラの外観斜視図である。

【 図 5 】 ポールに取付けされて作業者に把持された状態（使用状態）のコントローラである。

【 図 6 】 コントローラの構成ブロック図である。

【 図 7 】 アイウェア装置の外観斜視図である。

【 図 8 】 同アイウェア装置の構成ブロック図である。

【 図 9 】 処理 P C の構成ブロック図である。

【 図 1 0 】 測量システムによる工程フロー図である。

【 図 1 1 】 同工程フローにおける初期設定（ステップ S 1 0 2 ～ステップ S 1 0 5 を説明する図である。

【 図 1 2 】 アイウェア装置を通して作業者が視認する画像の一例である。

【 図 1 3 】 アイウェア装置を通して作業者が視認する画像の一例である。

【 図 1 4 】 変形例 1 の外観斜視図である。

【 図 1 5 】 変形例 1 の使用状態である。

【 図 1 6 】 変形例 2 の外観斜視図である。

【 図 1 7 】 変形例 2 の使用状態である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 4 】

以下、本開示の構成の具体的な実施形態を、図面を参照しながら説明する。実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。また、同一の構成を持つものは同一の符号を付して、説明を省略する。

## 【 0 0 1 5 】

（実施形態）

図 1 は、本発明の好適な実施形態である測量システム 1 の外観斜視図であり、測量現場での作業イメージを示している。本実施形態に係る測量システム 1 は、ターゲット 7 とコントローラ 3 が装着されたポール 5、測量機 2、処理 P C 6、アイウェア装置 4、を備える。

## 【 0 0 1 6 】

測量機 2 は、基準点中心上に三脚を用いて設置される。測量機 2 は、整準器の上に設けられた基盤部 2 a と、基盤部 2 a を軸 H - H 周りに水平に回転する托架部 2 b と、托架部 2 b の中央で軸 V - V 周りに鉛直回転する望遠鏡 2 c とを有する。

【 0 0 1 7 】

アイウェア装置 4 は、作業者の頭部に装着される。処理 P C 6 は、測量現場内に設置される。

【 0 0 1 8 】

ボール 5 は下端を測定点に概ね鉛直に設置して使用される。ターゲット 7 は、測量機 2 の測量目標物であり、全方位から入射される光を再帰反射する光学特性を有している。ターゲット 7 の光学中心（光学的な反射点）はボール 5 の中心軸上となるように取り付けられており、取り付け高（ボール 5 下端から光学中心までの距離）は既知である。

10

【 0 0 1 9 】

図 2 は、測量システム 1 の構成ブロック図である。測量システム 1 において、アイウェア装置 4、測量機 2、およびコントローラ 3 は、処理 P C 6 に無線接続される（有線接続も可）。またコントローラ 3 は測量機 2 の遠隔操作装置であり、離れた場所から無線で測量機 2 に命令を送信するように構成されている。コントローラ 3 は処理 P C 6 を介して測量機 2 と情報を送受信する構成にしてもよい。本実施形態においては、作業者は一人を想定しているが、アイウェア装置 4 の数は、特に限定されず、1 つであってもよく複数であってもよい。アイウェア装置 4 が複数の場合、各アイウェア装置 4 は固有の I D 等で識別可能に構成される。

20

【 0 0 2 0 】

（ 測量機 2 ）

図 3 は測量機 2 の構成ブロック図である。測量機 2 は、モータドライフトータルステーションであり、水平角検出器 2 1、鉛直角検出器 2 2、水平回転駆動部 2 3、鉛直回転駆動部 2 4、演算制御部 2 5、測距部 2 6、追尾部 2 7、通信部 2 8、記憶部 2 9、表示部 1 8、入力部 1 9 を備える。

【 0 0 2 1 】

水平角検出器 2 1 と鉛直角検出器 2 2 は、エンコーダである。水平角検出器 2 1 は、托架部 2 b の回転軸に設けられ、托架部 2 b の水平角を検出する。鉛直角検出器 2 2 は、望遠鏡 2 c の回転軸に設けられ、望遠鏡 2 c の鉛直角を検出する。

30

【 0 0 2 2 】

水平回転駆動部 2 3 および鉛直回転駆動部 2 4 はモータである。水平回転駆動部 2 3 は托架部 2 b の回転軸を動かし、鉛直回転駆動部 2 4 は、望遠鏡 2 c の回転軸を動かす。両駆動部の協働により、望遠鏡 2 c の向きが変更される。水平角検出器 2 1 と鉛直角検出器 2 2 とで、測角部を構成する。水平回転駆動部 2 3 および鉛直回転駆動部 2 4 とで、駆動部を構成する。

【 0 0 2 3 】

測距部 2 6 は、送光部と受光部を備え、例えば赤外パルスレーザ等の測距光を送光部から出射し、その反射光を受光部で受光し、測距光と内部参照光との位相から測距する。測距部は、プリズム測定のみならず、ノンプリズム測定も可能となっている。

40

【 0 0 2 4 】

追尾部 2 7 は、測距光とは異なる波長の赤外線レーザなどの追尾光として出射する追尾送光系と、C C D センサまたは C M O S センサなどのイメージセンサを有する追尾受光系を有する。追尾部 2 7 は、追尾光を含む風景画像と追尾光を除いた風景画像を取得し、両画像を演算制御部 2 5 に送る。演算制御部 2 5 は、両画像の差分からターゲット像の中心を求め、ターゲット像の中心と望遠鏡 2 c の視軸中心からの隔たりが一定値以内に収まる位置をターゲットの位置として検出し、常に望遠鏡 2 c がターゲットの方向を向くように、自動追尾する。

【 0 0 2 5 】

通信部 2 8 は、外部ネットワークとの通信を可能にするものであり、例えば、インター

50

ネットプロトコル（TCP/IP）を用いてインターネットを接続し、処理PC6およびコントローラ3と情報の送受信を行う。無線通信はこれに制限されず、既知の無線通信を使用することができる。測量機2が測定（測距・測角）した測定結果は、通信部28を介して処理PC6へ送られる。

【0026】

演算制御部25は、CPUを備えたマイクロコントローラであり、制御として、通信部28を介した情報の送受信、水平回転駆動部23および鉛直回転駆動部24による各回転軸の駆動、測距部26による測距、水平角検出器21および鉛直角検出器22による測角、追尾部27による自動追尾を行う。

【0027】

記憶部29は、ROMおよびRAMを備える。ROMには演算制御部25のためのプログラムが収納され、RAMにて各制御が実行される。

【0028】

表示部18、入力部19は、測量機2のインターフェースである。入力部は、電源キー、数字キー、実行キーなどを有し、作業者が、測量機2の操作や測量機2に対する情報を入力できる。本実施形態においては、測量作業の指令や結果の確認などは、通信部28を介して処理PC6にて行うことも可能となっている。また、測量機2への命令は、コントローラ6からも可能となっている。

【0029】

（コントローラ3）

図4は、コントローラ3の外観図です。図5は、コントローラ3の使用状態であり、ボール5に取付けられ、使用者がボール5を把持している状態を示す。図6は、コントローラ3の構成ブロック図である。

【0030】

コントローラ3は、棒状のボール5に着脱可能に取付けられるための取付部31を有し、取付部31の挿通孔31aをボール5に挿通させて、締結部31bによりボール5の所望の高さ位置に取り外し可能に固定される。

【0031】

コントローラ3は、測量機2の遠隔操作装置であり、チルトセンサ32と、通信部33と、入力部34、制御部35を備える。

【0032】

通信部33は、通信部28と同等の構成を備え、測量機2および処理PC6と情報の送受信が可能となっている。アイウェア装置4と情報の送受信を行ってもよい。

【0033】

チルトセンサ32は、基準状態からの傾斜角を計測するセンサである。本実施形態では、チルトセンサ32は加速度を計測可能な加速度センサで構成され、水平状態を基準として重力加速度を計測して、水平面に沿う一方向周りの傾きと、水平面に沿う一方向と直交する他方向周りの傾きとの両方を計測することが可能となっている。コントローラ3はボール5に取付けられた状態で使用されるため、チルトセンサ32は自身に取り付けられるボール5の鉛直状態から傾きを計測する。計測結果は、通信部33により処理PC6を介してアイウェア装置4へ送られ、電子気泡管として表示される。

【0034】

入力部34は、操作用の押圧スイッチであり、十字キー34aとその中心に配置される円形スイッチ34bから成り、複数のスイッチにより、命令の選択/決定/キャンセルが可能な構成となっている。入力された命令は、測量機2へ送られる。

【0035】

制御部35は、少なくともCPUおよびメモリ（RAM、ROM）を集積回路に実装したマイクロコンピュータである。制御部35は、チルトセンサ32の測定結果および入力部34で入力された情報を、通信部33を介して処理PC6または測量機に出力する。

【0036】

10

20

30

40

50

コントローラ 3 は、全体が手のひらに収まる程度に小さくコンパクトに構成される。入力部 3 4 は挿通孔 3 1 a の近傍に設けられ、コントローラ 3 の筐体の表面で、入力のための複数のスイッチが全て直近の筐体外縁から 5 c m 以内程度にまとまって配置されている。これは、作業者がボール 5 を把持した状態で、作業者の親指が載置される位置（作業者の親指の可動範囲内）であり、作業者はボール 5 を把持したまま、入力部 3 4 を操作できる形態となっている。コントローラ 3 は、作業者が少なくとも片手の数本の指および手の平でボール 5 を把持しつつ、残りの指（本実施形態では親指）でスイッチ操作ができるように構成されている。これにより、作業者はボール 5 を持って測定点 Y を決定したときに、その姿勢のまま測量機 2 に測定（測距・測角）の実施命令を送ることができる。作業者が測量機 2 に命令を送る行動でボール 5 が傾いてしまうことが抑制される。作業者は視線も外さずに、両手でボール 5 を掴んだまま一連の行動が可能となる。入力部 3 4 は押圧スイッチで、決定の実施は直観的でわかりやすい。両手でボール 5 を把持して、位置決めを確実に行うことができ、なおかつそのままスイッチを押すことができるため、ボール 5 が傾くことを抑制できる。測量に本質的には不要な動作が省略され、時間短縮可能かつユーザーフレンドリーで、測量工程を効率良く行うことができる。

10

#### 【0037】

本実施形態においては、入力部 3 4 のスイッチの押圧方向は、取付部 3 1、特に挿通孔 3 1 a（使用状態ではボール 5）へ向かう方向となっている。このように、コントローラ 3 がボール 5 に取付けられた際に、おおむねボール 5 へ向かって指で押し付けるように構成されていると好ましい。これは把持されて固定されるボール 5 に向かって作業者がスイッチを押す構成とすると、作業者が操作しやすく、押圧行動で姿勢が傾くことを抑制できるためである。操作スイッチである入力部 3 4 の設けられた筐体の表面は鉛直からやや傾斜しており、ボール 5 を把持したときに、自然に載置される親指の位置に合わせて設けられ、作業者がよりスイッチを押しやすい構成となっている。また、必要押圧力を低くすることも作業者が押しやすく、好ましい。背面に決定スイッチを配置して、作業者が人差し指と親指で操作できるようにすると、操作性が向上し、好ましい。スピーカーや発光部（LED）を設け、操作に合わせて音や光が生ずる構成とすると、作業者が入力を確認でき、好ましい。

20

#### 【0038】

（アイウェア装置 4）

30

図 6 はアイウェア装置 4 の外観斜視図である。図 7 はアイウェア装置 4 の構成ブロック図である。

#### 【0039】

アイウェア装置 4 は、作業者の頭部に装着されるウェアラブルデバイスであり、ディスプレイ 4 1 と、制御部 4 2 と、演算制御部 4 3、通信部 4 4、相対位置検出センサ 4 5、相対方向検出センサ 4 6、記憶部 4 7、操作スイッチ 4 8 を備える。

#### 【0040】

ディスプレイ 4 1 は、作業者が装着したときに、作業者の両眼を覆うゴーグルレンズ型の透過ディスプレイである。一例として、ディスプレイ 4 1 は、ハーフミラーによる光学シースルーのディスプレイであり、現場風景（以下、「現物」という）の実像に重ねて、制御部 4 2 が受信した虚像が合成された映像を観察できるように構成されている。

40

#### 【0041】

通信部 4 4 は、前述の通信部と同等の構成を備え、測量機 2 および処理 P C 6 と情報の送受信を行う。

#### 【0042】

相対位置検出センサ 4 5 は、測量現場に設置された、GPS 用アンテナ、Wi Fi（登録商標）アクセスポイント、超音波発振器などから無線測位を行い、測量現場内でのアイウェア装置 4 の位置を検出する。

#### 【0043】

相対方向検出センサ 4 6 は、三軸加速度センサまたはジャイロセンサと、傾斜センサと

50

の組み合わせから成る。相対方向検出センサ 4 6 は、上下方向を Z 軸、左右方向を Y 軸、前後方向を X 軸として、アイウェア装置 4 の傾きを検出する。

【 0 0 4 4 】

記憶部 4 7 は、例えばメモリカードである。記憶部 4 7 は、アイウェア装置 4 の演算制御部 4 3 が機能を実行するためのプログラムを格納している。操作スイッチ 4 8 は、例えば、アイウェア装置 4 の電源を ON / OFF するための電源ボタンである。

【 0 0 4 5 】

制御部 4 2 は、少なくとも CPU およびメモリ (RAM、ROM) を集積回路に実装したマイクロコンピュータである。演算制御部 4 3 は、相対位置検出センサ 4 5 および相対方向検出センサ 4 6 の検出したアイウェア装置 4 の位置および方向の情報を処理 PC 6 に、通信部 4 4 を介して出力する。また、処理 PC 6 から測定点 Y の位置データを受信して、ディスプレイ 4 1 上の現場の風景に重ねて表示する。また、コントローラ 3 のチルトセンサ 3 2 の測定結果を電子気泡管として表示させる。

【 0 0 4 6 】

( 処理 PC 6 )

図 9 は、処理 PC 6 の構成ブロック図である。処理 PC 6 は、汎用パーソナルコンピュータ、PLD (programmable Logic Device) などによる専用ハードウェア、タブレット端末、またはスマートフォンなどである。処理 PC 6 は、通信部 6 1 と、表示部 6 2 と、操作部 6 3 と、記憶部 6 4 と、演算処理部 6 5 を有する。

【 0 0 4 7 】

通信部 6 1 は、前述の通信部と同等の構造を有し、測量機 2 およびアイウェア装置 4 と情報の送受信を行う。

【 0 0 4 8 】

表示部 6 2 は、例えば液晶ディスプレイである。操作部 6 3 は、キーボード、マウスなどであり、種々の入力・選択・決定を可能にする。

【 0 0 4 9 】

記憶部 6 4 は、例えば HDD ドライブである。記憶部 6 4 は、測量現場の情報、少なくとも、測量現場で測定すべき測定点 Y ( Y 1 , Y 2 , Y 3 . . . ) の座標データである測定点データ D を格納する。

【 0 0 5 0 】

演算処理部 6 5 は、少なくとも CPU およびメモリ (RAM、ROM など) を集積回路に実装した制御ユニットである。演算処理部 6 5 には、同期計測部 6 5 1 がソフトウェア的に構成されている。

【 0 0 5 1 】

同期計測部 6 5 1 は、測量機 2 の位置および方向に関する情報と、アイウェア装置 4 の位置・方向に関する情報を受信し、測量機 2 の座標空間と、測定点データ D の座標空間と、アイウェア装置 4 の座標空間とが一致するように変換してアイウェア装置 4 に送信する。

【 0 0 5 2 】

以下、このように座標空間の異なる装置またはデータにおける位置および方向に関する情報の座標空間を一致させ、共通の基準点を原点とする空間で、それぞれの装置に関する相対位置・相対方向を管理することを同期という。

【 0 0 5 3 】

( 測定方法 )

次に、測量システム 1 の使用の例 ( 杭打ち作業 ) を説明する。図 1 0 は、測量システム 1 を用いた作業の工程フローである。図 1 1 は、ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 5 の作業イメージ図である。図 1 2 および図 1 3 は測量システム 1 によるアイウェア装置 4 から見える画像の一例である。

【 0 0 5 4 】

まず、ステップ S 1 0 1 で、前処理として、作業者は CAD データや杭打ちのため測定

10

20

30

40

50



点データ D を含む測量現場の情報を処理 P C 6 に入力する。入力された情報は、処理 P C 6 の記憶部 6 4 に収納される。

【 0 0 5 5 】

次に、ステップ S 1 0 2 に移行して、作業者は、測量現場に、基準点と基準方向を設定する。基準点は、規定座標など、現場内の任意の点を選択する。基準方向は、基準点とは別の特徴点を任意に選択し、基準点 - 特徴点の方向とする。

【 0 0 5 6 】

次に、ステップ S 1 0 3 に移行して、作業者は、測量機 2 の同期を行う。具体的には、作業者は、現場内の基準点に測量機 2 を設置し、上記基準点と上記特徴点を含む後方交会などの観測により、測量機 2 の絶対座標を把握する。測量機 2 は、座標情報を処理 P C 6 に送信する。処理 P C 6 の同期計測部 6 5 1 は、基準点の絶対座標を  $(x, y, z) = (0, 0, 0)$  に変換し、かつ基準方向を水平角 0 度と認識して、以後、測量機 2 からの情報に関して、基準点を原点とする空間で、測量機 2 の相対位置・相対方向を管理する。

【 0 0 5 7 】

次に、ステップ S 1 0 4 に移行して、作業者は、アイウェア装置 4 の同期を行う。具体的には、基準点にアイウェア装置 4 を設置し、ディスプレイ 4 1 の中心を基準方向に一致させ、相対位置検出センサ 4 5 の  $(x, y, z)$  を  $(0, 0, 0)$ 、かつ、相対方向検出センサ 4 6 の  $(roll, pitch, yaw)$  を  $(0, 0, 0)$  とする。処理 P C 6 の同期計測部 6 5 1 は、以後、アイウェア装置 4 から取得するデータについて、基準点を原点とする空間で、アイウェア装置 4 の相対位置・相対方向を管理する。この結果、アイウェア装置 4 についても、基準点を原点とする空間で、相対位置・相対方向が管理される。

【 0 0 5 8 】

アイウェア装置 4 の同期は、上記方法に限定されず、例えば、アイウェア装置 4 に、アイウェア装置 4 の中心および方向軸を示したレーザ装置を設け、レーザをガイドにして、基準点および基準方向を一致させることにより行ってもよい。

【 0 0 5 9 】

あるいは、測量機 2 にアイウェア装置 4 の収納位置を設け、あらかじめアイウェア装置 4 と測量機 2 の相対関係を確定させておき、アイウェア装置 4 を測量機 2 の収納位置に収納した状態で、同期を開始することで、両者の相対関係を一致させてもよい。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ S 1 0 5 に移行して、アイウェア装置 4 のディスプレイ 4 1 に、同期された測定点データ D が表示される。作業者がアイウェア装置 4 を装着して測量現場内を眺めると、アイウェア装置 4 の現物に対する相対位置・相対方向は処理 P C 6 で管理されているから、処理 P C 6 からアイウェア装置 4 に、現物（ディスプレイ 4 1 越しに見える風景の実像）に同期された測定点データ D が虚像として表示される。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、アイウェア装置 4 を装着した作業者のディスプレイ 4 1 越しに見える表示の一例である。現物は実線、虚像は破線で示されている。図 1 2 に示すように、アイウェア装置 4 を装着した作業者は、測定点 Y を、現物に重ねて確認することができる。即ち、各測定点 Y ( Y 1 、 Y 2 、 Y 3 ・ ・ ・ ) は同期されて、現場に合わせて、対応箇所に虚像の逆三角マーク M ( M 1 、 M 2 、 M 3 ・ ・ ・ ) として視認できるように示される。任意の点（図 1 2 では測量機 2 の設置点）からの所定距離毎にライン L が、マトリックス状に表示される。逆三角マーク ( M 1 、 M 2 、 M 3 ・ ・ ・ ) は、未測定と測定済みとでは色分けされる、作業者（アイウェア装置 4 ）からの距離が大きいほど小さく表示されるなど、認識しやすく表示されると好ましい。

【 0 0 6 2 】

次に、ステップ S 1 0 6 に移行して、次に測定すべき測定点 Y n ( 杭打ち点 ) が決定される。作業者は、コントローラ 3 が装着されたポール 5 を把持し、ディスプレイ 4 1 に測定点 Y ( Y 1 、 Y 2 、 Y 3 ・ ・ ・ ) として表示される逆三角マーク M ( M 1 、 M 2 、 M 3 ・ ・ ・ ) から、入力部 3 4 で次の測定点 Y n として一つの逆三角マーク M n を選択して決

10

20

30

40

50

定する。例えば、選択中の逆三角マークM<sub>n</sub>はディスプレイ41上で点滅し、次の測定点Y<sub>n</sub>として決定されると、当該逆三角マークM<sub>n</sub>はサークルCで囲まれるなど、作業者にわかりやすく表示される。測量機2は、決定された測定点Y<sub>n</sub>へ望遠鏡2cを向ける。

【0063】

次に、ステップS107に移行して、作業者は、測定すべき測定点Y<sub>n</sub>へポール5を持って移動する。ターゲット7が、測定点Y<sub>n</sub>から所定範囲（おおむね1m）まで近づくと、測量機2にターゲット7がロックされ、追尾部27が自動追尾を開始する。図13（A）はターゲット7がロックされた際にディスプレイ41に追加される虚像である。図13においては、全てディスプレイ41に表示される虚像であり、実線で示す。詳細なターゲット7の位置情報として、測定点Y<sub>n</sub>までの距離と方向の詳細な画像R11、およびポール5の傾きを示す電子気泡管の画像R12が、ディスプレイ41に表示される。電子気泡管の色は、傾きの大きさに応じて色が変化すると好ましい。追尾中は随時データが送信され、リアルタイムにターゲット7の位置およびポール5の傾きがディスプレイ41に表示される。

10

【0064】

ディスプレイ41には、これに限られず、状況に応じて、入力可能な命令が画像で表示されてもよい。図13（B）では一例として追尾時の追加画像を示す。測距・測角を測量機2に命令する「測定」の画像R21、ターゲット7のロックが外れてしまったための「再追尾」の画像R21、メニュー画像に移行するための「メニュー」の画像R23、などの命令が文字のみの画像で示される。選択された命令はハイライト表示などにより、作業者に理解しやすく示される。

20

【0065】

図13（C）に示される画像R3は、メニュー内容の一例であり、接続されるコントロールデバイスを示し、ディスプレイ41にアイコンとして表示される。例えば、画像R31は、コントローラ3を示す。画像R32は、グローブ型のコントロールデバイスを示す。本デバイスではグローブに設けられたセンサから、手の動きで測量機への命令が入力可能となっている。画像R33は、アイウェア装置4にオプションとして追加されるアイセンサであり、目の動きで命令の入力が可能となっている。画像R34は、スマートフォンや専用端末などの別体として構成されるコントロールデバイスである。本デバイスではディスプレイやスイッチを備え、スイッチから入力が可能となっている。

30

【0066】

測量システム1は、コントローラ3以外にも、1以上の命令入力可能なデバイス（コントロールデバイス）を備えることができ、複数のデバイスと同時接続可能で、接続されたデバイスのいずれから命令の入力が可能となっている。本実施形態ではコントローラ3が測量機2のコントロールデバイスとして接続されており、画像R31は接続されていることを示すためにハイライト表示されている。測量システム1においては、複数のコントロールデバイスと測量機2とを接続可能に構成することで、作業者の熟練度や装置との相性に合わせて、快適な作業環境を構築できる。

【0067】

次に、ステップS108に移行して、作業者は、ディスプレイ41に表示される画像R1およびR2で詳細な位置と、ポール5の傾きを把握して、測定点Y<sub>n</sub>にポール5をおおむね鉛直に立てる。作業者がそのままの姿勢でコントローラ3の入力部34（円形スイッチ34b）を押して、測定の開始の命令を測量機2に送ると、測量機2が測距および測角を開始し、測定結果が処理PC6に送られる。

40

【0068】

次に、ステップS109で測定点の測定が完了すると、測定データは処理PC6に送られ、また次の測定すべき測定点Y<sub>n</sub>の選択にステップS106へ移動し、全ての測定点Yの測定が完了するまでステップS106～ステップS109を繰り返す。全ての測定点Yの測定を終えると、終了する。

【0069】

50

(作用効果)

上記に示すように、測量システム 1 によれば、アイウェア装置 4 に測定点 Y ( Y 1、Y 2、Y 3・・・) が表示され、作業者は現物の風景に重ねて位置を把握できる。命令の入力も作業者がボール 5 を持ったままに行うことができる。無駄な作業が省略されて作業者一人での測量が効率化される。従来のように、ディスプレイを有するデバイスを所持する必要がなく、デバイス操作のために、ディスプレイへ視線をそらすことも、入力のために手を移動させたり、片手でボールを支える必要もない。また、押す動作により、命令指示が即座に確実に実施される。作業者は一人で測量の一連の作業をシームレスに行うことができ、作業効率が向上する。

【 0 0 7 0 】

10

(変形例 1)

図 1 4 本実施の形態の変形例に係るコントローラ 1 0 3 の外観斜視図である。図 1 5 はコントローラ 1 0 3 の使用状態を示す。同じ構成を示すものは同じ符号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

コントローラ 1 0 3 は、概略、コントローラ 3 と同等の構成を有し、入力部 1 3 4 は、ホイールスイッチを用いている。ホイールスイッチは、スイッチ本体であるホイール(回転盤)が、軸支かつ付勢されて保持されており、複数の入力動作が可能となっている。例えば、表面のホイールが回転することで「選択」、押圧されることで「決定」、長押しされることで「キャンセル」が入力される。入力については、一例でありこれに限られない。作業者がボール 5 を把持したまま、親指一本でコントローラ 1 0 3 に入力でき、容易に測量機 2 を遠隔操作することができる。

20

【 0 0 7 2 】

(変形例 2)

図 1 6 本実施の形態の別の変形例に係るコントローラ 2 0 3 の外観斜視図である。図 1 7 はコントローラ 2 0 3 の使用状態を示す。同じ構成を示すものは同じ符号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 3 】

コントローラ 2 0 3 は、外殻が柔軟性を有する樹脂部材で構成されたシートから成り、一方向に長い帯状の外観を有し、全体が自在に変形可能となっている。表面中央に入力部 3 4 が設けられ、シートに覆われた内側に機器類が内蔵されている。使用時には、中央から端部に延びる取付部 2 3 1 がボール 5 に巻き付けられる。取付部 2 3 1 の裏面には面ファスナが設けられており、ボール 5 に容易に取り外し可能に装着される。コントローラ 2 0 3 はボール 5 の太さに関わらず簡単に取り付けられる。

30

【 0 0 7 4 】

以上、本発明の好ましい実施形態について述べたが、上記の実施形態は本発明の一例に過ぎない。例えば、演算処理部 6 5 および記憶部 6 4 を測量機 2 に含めることができる。これにより、処理 P C 6 の機能を測量機 2 に集約でき、設定が容易になり、持ち運びや移動が容易になる。このように当業者の知識に基づいて変形させることが可能である。

【 0 0 7 5 】

40

このような変形や実施例の組み合わせは当業者の知識に基づいて行うことができ、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 0 7 6 】

- 1 : 測量システム
- 2 : 測量機
- 3 : コントローラ
- 4 : アイウェア装置
- 5 : ボール
- 6 : 処理 P C

50

- 7 : ターゲット
- 2 1 : 水平角検出器
- 2 2 : 鉛直角検出器
- 2 3 : 水平回転駆動部
- 2 4 : 鉛直回転駆動部
- 2 5 : 演算制御部
- 2 6 : 測距部
- 2 7 : 追尾部
- 2 8 : 通信部
- 2 9 : 記憶部
- 3 1 : 取付部
- 3 3 : 通信部
- 3 4 : 入力部
- 4 1 : ディスプレイ
- 4 2 : 制御部
- 4 3 : 演算制御部
- 4 4 : 通信部
- 4 5 : 相対位置検出センサ
- 4 6 : 相対方向検出センサ
- 6 1 : 通信部
- 6 4 : 記憶部
- 6 5 : 演算処理部
- 6 5 1 : 同期計測部
- Y : 測定点

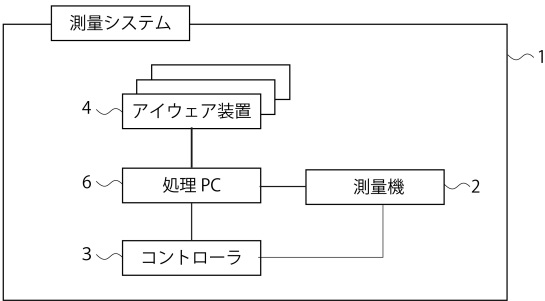
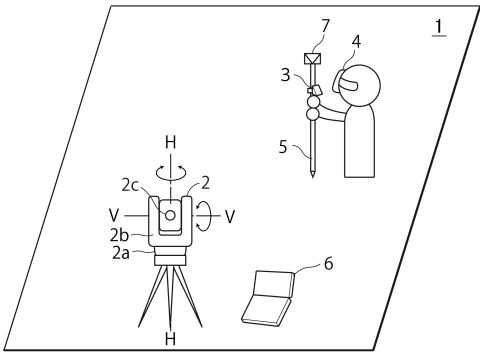
10

20

【図面】  
【図 1】

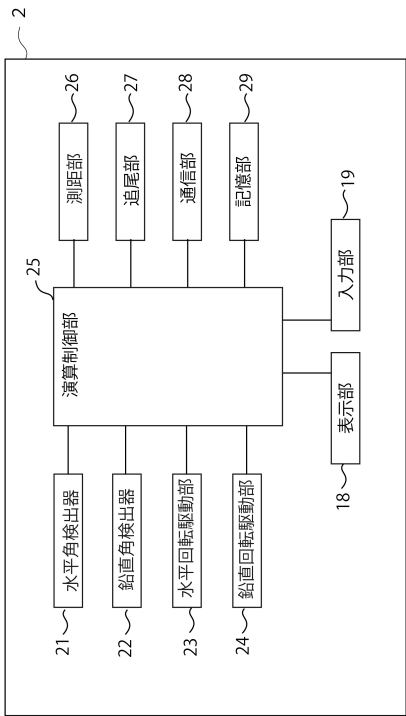
【図 2】

30

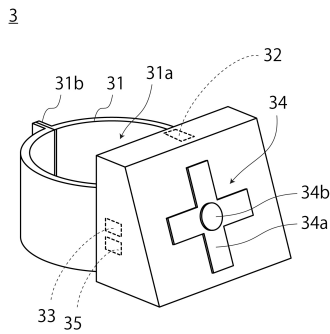


40

【 図 3 】



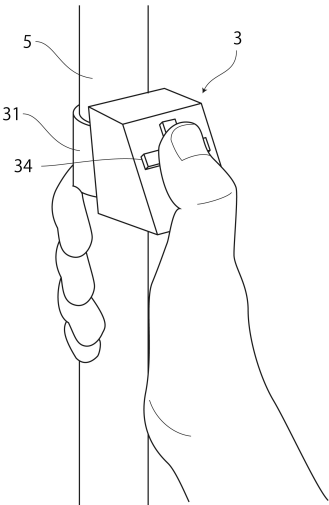
【 図 4 】



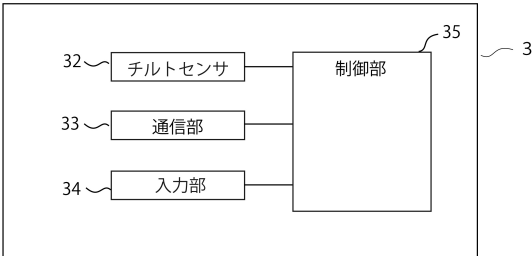
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

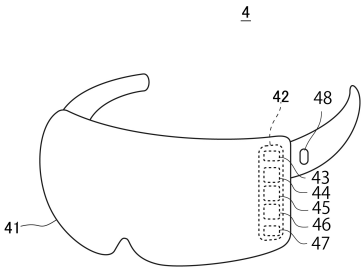


30

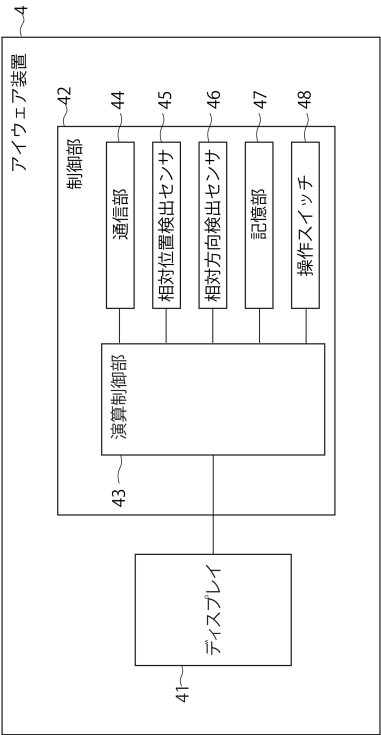
40

50

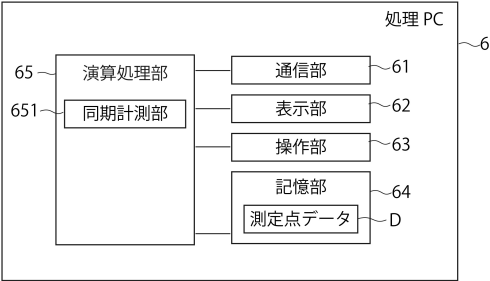
【 図 7 】



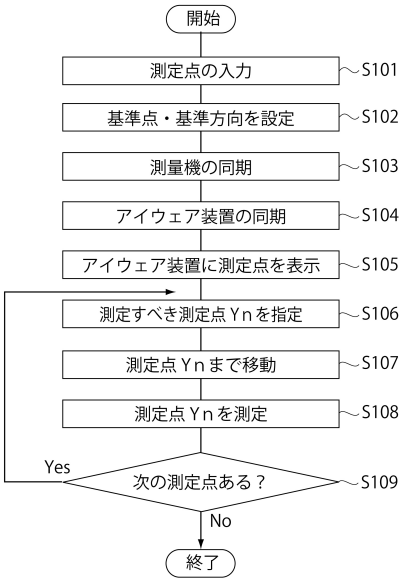
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



10

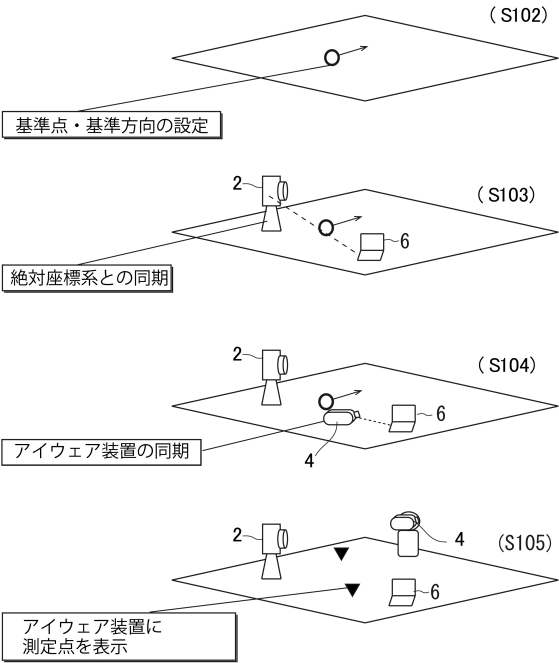
20

30

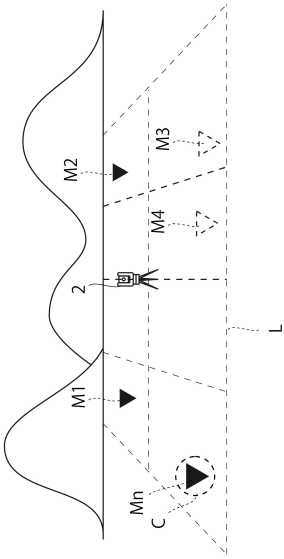
40

50

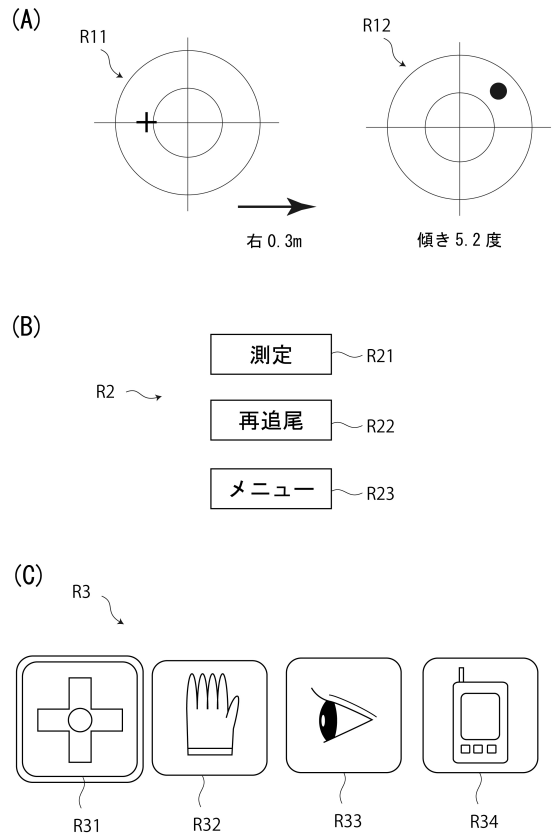
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

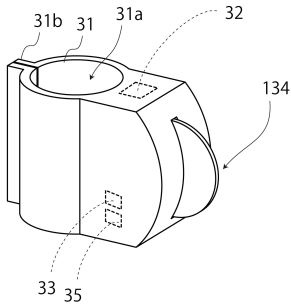


【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

103



10

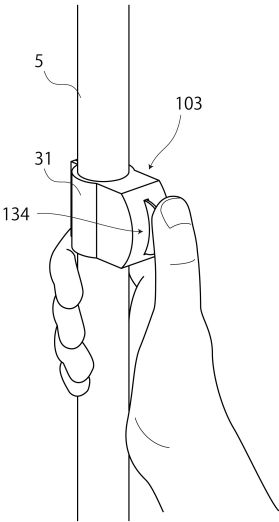
20

30

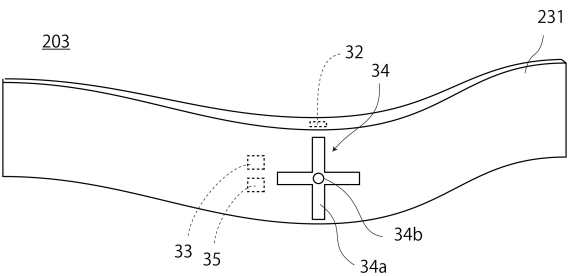
40

50

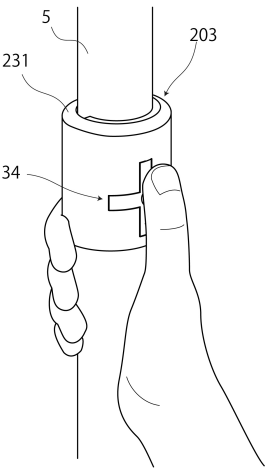
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



10

20

30

40

50