

(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
2019年5月31日(31.05.2019)

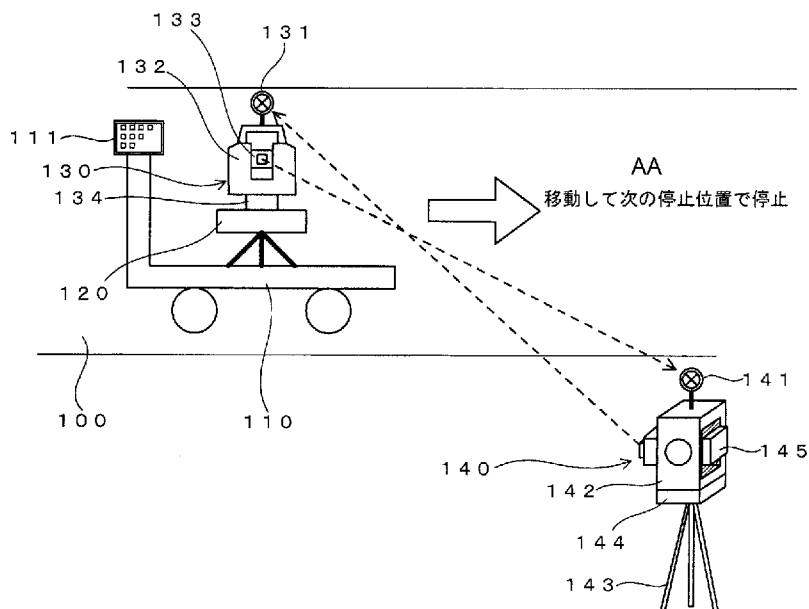


(10) 国際公開番号
WO 2019/103154 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 15/00 (2006.01) G01C 15/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/043566
- (22) 国際出願日: 2018年11月27日(27.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-226628 2017年11月27日(27.11.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社トプコン (TOPCON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金子 順紀(KANEKO, Junki); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 鹿田 陽己(SHIKATA, Haruki); 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 未成 幹生(SUENARI, Mikio); 〒1030027 東京都中央区日本橋2丁目12番9号 日本橋グレイスビル4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,

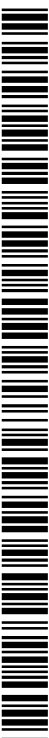
(54) Title: SURVEYING DEVICE, SURVEYING SYSTEM, SURVEYING METHOD, AND SURVEYING PROGRAM

(54) 発明の名称: 測量装置、測量システム、測量方法および測量プログラム



AA Move and stop at next stop position

(57) Abstract: [Problem] To achieve high work efficiency in a technology in which a laser scanner is mounted to a moving body, movement and stoppage are alternately performed, and laser scanning is performed during stoppage. [Solution] A terminal 111 is provided with: an external orientation element calculation unit which calculates, on the basis of positioning data from a laser scanner 130 which is mounted to a truck 110, and provided with an all-round reflection prism 131, and positioning data from a total station 140 which is fixed on the ground, and provided with an all-round reflection prism 141, external orientation elements of the laser scanner 130; and a guidance processing unit which performs guidance



WO 2019/103154 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

processing for guiding the truck 110 to predetermined stop positions, on the basis of the positioning data of all-round reflection prism 131 from the total station 140. In the calculation of the external orientation elements of the laser scanner 130, the positioning data from the laser scanner 130 is the positioning data of all-round reflection prism 141, and the positioning data from the total station 140 is the positioning data of all-round reflection prism 131.

(57) 要約 : 【課題】 移動体にレーザースキャナを搭載し、移動と停止を交互に行ない、停止時にレーザースキャンを行う技術において、高い作業効率を得る。【解決手段】 台車 110 に搭載され、全周反射プリズム 131 を備えたレーザースキャナ 130 による測位データと、地上に固定され、全周反射プリズム 141 を備えたトータルステーション 140 による測位データとに基づきレーザースキャナ 130 の外部標定要素の算出を行う外部標定要素算出部と、トータルステーション 140 による全周反射プリズム 131 の測位データに基づき、予め定められた停止位置へ台車 110 を誘導するための誘導処理を行う誘導処理部とを備えた端末 111 であって、レーザースキャナ 130 の外部標定要素の算出において、レーザースキャナ 130 による測位データは、全周反射プリズム 141 の測位データであり、トータルステーション 140 による測位データは、全周反射プリズム 131 の測位データである端末 111。

明 細 書

発明の名称：

測量装置、測量システム、測量方法および測量用プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、レーザースキャナを用いた測量に関する。

背景技術

[0002] 台車等にレーザースキャナ等の測量装置を載せ、移動させながら測量を行う技術が知られている（例えば、特許文献1～3を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5748566号公報

特許文献2：特開2014-173990号公報

特許文献3：特開2017-20972号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 台車にレーザースキャナを搭載し、台車の移動と停止を交互に行ない、停止時にレーザースキャナによる測量を行う場合、台車の停止位置の制御が重要となる。台車の停止位置が適切でないと、スキャンの重複が多くなり測量作業の無駄が増大する、あるいはスキャン範囲に隙間ができ、データの不足が発生する。よって、測量作業の効率化を追求する場合、台車の停止位置の制御が重要となる。

[0005] このような背景において、本発明は、移動体にレーザースキャナを搭載し、移動と停止を交互に行ない、停止時にレーザースキャンを行う技術において、高い作業効率を得られる技術の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 請求項1に記載の発明は、移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備え

たレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づき前記レーザースキャナの外部標定要素の算出を行う外部標定要素算出部と、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置に前記移動体を誘導するための誘導処理を行う誘導処理部とを備えた測量装置であって、前記レーザースキャナの前記外部標定要素の算出において、前記レーザースキャナによる前記測位データは、前記第2の反射プリズムの測位データであり、前記トータルステーションによる前記測位データは、前記第1の反射プリズムの測位データである測量装置である。

[0007] 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の測量装置と、前記レーザースキャナの整準を行うための整準装置とを備える測量システムである。請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記整準装置による前記レーザースキャナの整準動作の後、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位が行われることを特徴とする。

[0008] 請求項4に記載の発明は、移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備えたレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づく前記レーザースキャナの外部標定要素の算出と、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置に前記移動体を誘導する誘導処理とを行う測量方法であり、前記レーザースキャナの前記外部標定要素の算出は、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データと、前記レーザースキャナによる前記第2の反射プリズムの測位データとに基づき行われる測量方法である。

[0009] 請求項5に記載の発明は、コンピュータに読み取らせて実行させるプログラムであって、コンピュータに、移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備えたレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づく前記レ

ーゼースキャナの外部標定要素の算出と、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置へ前記移動体を誘導する誘導処理とを実行させ、前記レーゼースキャナの前記外部標定要素の算出は、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データと、前記レーゼースキャナによる前記第2の反射プリズムの測位データとに基づき行われる測量用プログラムである。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、移動体にレーゼースキャナを搭載し、移動と停止を交互に行ない、停止時にレーゼースキャンを行う技術において、高い作業効率を得られる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態の概念図である。

[図2]TS（トータルステーション）のブロック図である。

[図3]レーゼースキャナのブロック図である。

[図4]端末のブロック図である。

[図5]処理の手順の一例を示すフローチャートである。

[図6]トンネルの壁面をレーゼースキャンする場合の例を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0012] 1. 第1の実施形態

(概要)

図1に発明を利用した実施形態の概要を示す。図1には、路面100、路面100上で移動可能な台車110、台車110上の設置された自動整準台120、自動整準台120の上に設置されたレーゼースキャナ130が示されている。ここでは、路面を対象にレーゼースキャンを行う場合の例を示すが、レーゼースキャンの対象は、特に限定されず、例えば、土木工事現場における地面や法面、トンネルの壁面、建物の外面または内面（室内の壁面）等を対象にレーゼースキャンを行うことも可能である。

[0013] 台車110は、路面100上を移動可能である。移動は、手押しによる人

力で行われる。台車110の移動をモータ等の動力で行うことも可能である。台車110は、所定の位置で停止し、その状態でレーザースキャナ130による路面100やトンネル内の場合は壁面や天井を対象としたレーザースキャンが行なわれる。このレーザースキャンにより、路面の場合は平坦性や傾斜等、トンネルの場合は内空変位等の確認が行われる。また、室内の場合は、現状の躯体や内装の確認が行われる。

[0014] 上記のレーザースキャンの精度を求める場合、レーザースキャン時におけるレーザースキャナの外部標定要素（位置と姿勢）の精度が重要となる。また、路面をレーザースキャンの対象とする場合、路面へのレーザー光の入射角の問題から、有効射程が最大で30m程度であり、台車は20m毎程度に停車させる必要がある。このため、作業効率を高める上で台車110の静止位置を正確に把握することが重要となる。なお、上記のレーザースキャン光の有効射程の話は、一例であり、実際には、レーザースキャナの仕様、対象物へのレーザー光の入射角度、対象物の状態等によって左右され、多様な場合が有り得る。

[0015] 本実施形態では、TS（トータルステーション）140を用いて、レーザースキャナ130を停止位置に誘導し、またその位置を正確に特定する。また、レーザースキャナ130によりTS140の位置を測位することで、レーザースキャナ130の外部標定要素を高精度に特定する。

[0016] 以下、簡単に原理を説明する（詳細は後述する）。レーザースキャナ130には、全周反射プリズム131が固定され、TS140には、全周反射プリズム141が固定されている。全周反射プリズム131、141は、全周の方向において、入射した光を180°向きを変えて反射する光学特性を有する。レーザースキャナ130の停止位置は予め定められている場合は、その情報は端末111に記憶されている。なお、全周反射プリズムの代わりに球形ターゲットや全周反射でない反射プリズム、更には測量に用いられる各種のターゲットを用いることも可能である。

[0017] 路面100上で台車110を人力で移動させつつ、既知の位置に設置され

たTS140により、全周反射プリズム131を追跡する。レーザースキャナ130（全周反射プリズム131）の移動経路は、TS140が備えた測位機能により正確に計測され、そのデータは端末111に送られる。端末111には、予め定めた停止位置のデータが入力されており、端末111に台車110の停止位置への誘導情報が表示される。また台車110が予め定めた位置となると（またはその近くにくると）、端末111は、報知信号（誘導情報、報知表示、報知音等）を出力する。これにより、予め定めた停止位置に台車110を停止させることができる。

[0018] 予め定めた停止位置で台車110が停止したら、自動整準台120によるレーザースキャナ130の整準を行い、その後TS140による全周反射プリズム141の改めての精密な位置の測定を行う。また、レーザースキャナ130の整準処理の後、レーザースキャナ130が備えるターゲット（反射プリズム）測位機能により全周反射プリズム141の測位を行う。全周反射プリズム141の絶対座標系における位置は既知であり、レーザースキャナ130から見た全周反射プリズム141の測位を行うことで、レーザースキャナ130から見た全周反射プリズム141の方向と距離が判る。これにより、レーザースキャナ130の絶対座標系における外部標定要素（姿勢）が特定される。また、レーザースキャナ130の位置は、上記のように整準処理の後、TS140により正確に測位される。

[0019] 停止位置におけるレーザースキャナ130の外部標定要素を特定したら、レーザースキャナ130による路面100に対するレーザースキャンが行なわれ、レーザースキャンデータを得る。このレーザースキャンの後、次の停止位置に台車110を移動させる。以上の処理が、第1の停止位置→第2の停止位置→・・・第nの停止位置と繰り返され、路面100に対するレーザースキャンが行なわれる。

[0020] 上記の方法によれば、まずTS140によるレーザースキャナ130の停止位置の正確な特定が行われる。この処理は、レーザースキャナ130の整準が行われた後に行なわれ、また、TS140の測位精度は高いので、レー

レーザーキャナ130の停止位置を正確に定めることができる。また、整準が行われ、更に位置決めが正確に行われたレーザーキャナ130による全周反射プリズム141（TS140）の測位を行うことで、当該停止位置におけるレーザーキャナ130の精密な外部標定要素を求めることができる。このため、正確なレーザーキャナデータを得ることができる。また、TS140による停止位置の報知に係る処理（誘導処理）は自動で行われるので、高い作業効率を得られる。

[0021] また、レーザーキャナ130から全周プリズム141の測位を行うことで、停止位置におけるレーザーキャナ130の外部標定要素を求めることができる。

[0022] TS140およびレーザーキャナ130による全周反射プリズムの捕捉、追尾、測位は、自動で行うことができる。よって、全体の作業を高い効率で行うことができる。

[0023] （TS（トータルステーション））

TS140は、市場で入手できる機種を用いている。TSについては、特開2009-229192号公報や特開2012-202821号公報に記載されている。TS140は、三脚143上に固定された基台部144、基台部144上に水平回転が可能な水平回転部142、水平回転部142に対して鉛直回転（仰角変化および俯角変化）が可能な鉛直回転部145、水平回転部142の上部に固定された全周反射プリズム141を備えている。

[0024] 図2にTS140ブロック図（構成図）を示す。図1の水平回転部142の水平回転は、図2の水平駆動部15aにより駆動される水平回転モータ15により行われる。水平回転部142の水平回転の角度は、水平角エンコーダ16で検出され、水平測角部16aからその角度データが出力される。鉛直回転部145の回転は、鉛直駆動部18aにより駆動される鉛直回転モータ18により行われる。鉛直回転部145の回転角は、鉛直角エンコーダ19で検出され、鉛直測角部19からその角度データが出力される。

[0025] この例では、TS140が測位するターゲットとしてレーザーキャナ1

30に配置した全周反射プリズム131が利用される。この場合、追尾光照射部42から追尾光が全周反射プリズム131に照射され、その反射光が追尾光受光部43で受光される。追尾光はある程度の範囲で照射され、その照射範囲の中心に全周反射プリズム131が位置するように水平回転部142の水平回転角と鉛直回転部145の鉛直角の調整が行われる。

[0026] TS140から全周反射プリズム131までの距離の計測が測距光照射部50から照射される測距光によって行われる。測距光は、パルスレーザー光であり、図示しない光学系で二分され、一方が基準光としてTS140内に設けられた図示しない距離が既知の基準光路に導かれ、他方が全周反射プリズム131に照射される。全周反射プリズム131から反射された測距光は、測距光受光部51で受光される。他方で、基準光も測距光受光部51で受光される。基準光と全周反射プリズム131から反射された測距光とは、光路長に差があり、測距光受光部51での検出タイミングに差が生じ、測距光受光部51からの出力信号に位相差が生じる。この位相差からTS140から全周反射プリズム131までの距離が算出される。

[0027] 上記の測距時における測距光の光軸の方向が水平角エンコーダ16および鉛直角エンコーダ19で測角される。全周反射プリズム131までの距離と方向とから、TS140を基準とした全周反射プリズム131の測位が行われる。この測位に係る演算は、制御演算部60で行なわれる。制御演算部60は、コンピュータとして機能するハードウェアであり、上記の全周反射プリズムの測位に係る演算の他にTS140の動作制御および動作に係る演算を行う。

[0028] 全周反射プリズム131を備えたターゲット装置135を用いることもできる。この場合の制御については、特開2009-229192号公報に記載されている。例えばこの場合、扇状にビーム成形された扇状レーザー光が扇状レーザー光照射部13から照射される。この照射光は、水平方向に走査されながら照射され、ターゲット装置135の扇状レーザー光受光体6で受光される。扇状レーザー光は光軸方向から見てN字型やW字型を有しており

、受光タイミングからTS140からの高低角が算出できる。この演算が制御演算部62で行なわれ、その結果と先の受光時刻が記憶部70に記憶される。

[0029] 先の高低角と受光時刻は、無線通信部63からTS140の無線通信部64に送信され、その内容に基づき、TS140では、ターゲット装置142の方向を算出し、光軸をターゲット装置135の方向に向ける。それによりターゲット装置135の全周反射プリズム131に対する概略の視準が行われ、その後は、追尾光による全周反射プリズム131の視準が行われ、更に測距光による全周反射プリズム131の測位が行われる。

[0030] TS140は、操作部65、記憶部61、無線通信部64、カメラ52を備えている。操作部65は、TS140を操作するための各種のボタン、スイッチ、各種の情報が表示されディスプレイを備える。記憶部61は、TS140の動作に係る各種のデータや動作プログラムを記憶する。無線通信部64は、端末111やレーザースキャナ130との間の通信、その他外部の機器との間との通信を行う。カメラ52は、測距光と同じ光軸を有し、測距対象の動画撮影を行う。

[0031] (レーザースキャナ)

図3にレーザースキャナ130のブロック図を示す。装置の外観は異なるが、レーザースキャナ130の基本構成は、TS140と同じである。レーザースキャナ130では、基台部134に対して水平回転可能な本体部132と光学部133を備える。光学部133に鉛直回転可能な回転ミラーが配置されている。本体部132に配置された測距光照射部50(図3参照)からの測距光が鉛直回転する上記の回転ミラーに照射される。また対象物から反射した測距光がこの回転ミラーで反射され、本体部132に配置された測距光受光部51で受光される。

[0032] 本体部132が水平回転し、且つ、光学部133内の回転ミラーが鉛直回転しつつ測距光が回転ミラーに対して連続パルス照射され、レーザースキャナ130による周囲に対する(あるいは特定の範囲に対する)レーザースキ

ヤンが行なわれる。

[0033] レーザースキャナ130におけるレーザースキャンも一つのパルスで見ると、TS140と同じ原理によるレーザ測位であるが、TS140が一点一点狙いを付けて測位を行うのに対して、レーザースキャナ130は、毎秒数十点以上の速度でスキャンしながらスキャン点の測位を行う。また、レーザースキャンでは、測距光は複数条同時に照射され、同時に複数の点の測位が行われる。レーザースキャナに関しては、特開2010-151682号公報、特開2008-268004号公報、米国特許8767190号公報等に記載されている。また、米国公開公報US2015-0293224号には、電子式にスキャン方向の切り替えを行うレーザースキャナについて記載されている。

[0034] レーザースキャナ130は、反射プリズムをターゲットした測位機能を有している。この機能では、まず反射プリズム（この例ではTS140の全周反射プリズム141）の視準を行う。この機能は、TS130と同様のターゲット（反射プリズム）の捕捉機能を用いて行われる。次に、当該反射プリズムの付近に対するスキャン密度を高めたレーザースキャンを行う。この際、反射プリズムからの反射光の強度が相対的に高いことを利用し、スキャンデータから反射プリズムの測位データを抽出する。

[0035] 端末111は、台車110に固定されている。端末111は、台車111を押す作業者が見易く、また操作し易い位置に固定されている。図4に端末111のブロック図を示す。端末111は、TS140のコントローラ、台車110（レーザースキャナ130）の停止位置の報知装置、および停止位置におけるレーザースキャナ130の外部標定要素（姿勢）を計算する装置として機能する。

[0036] 端末111は、コンピュータとして機能するハードウェアであり、以下に説明する処理が可能なPC（パーソナルコンピュータ）、タブレット、スマートフォン、または専用のハードウェアにより構成されている。端末111は、液晶ディスプレイ等の表示装置、テンキーやタッチパネルディスプレイ

等の操作インターフェース、通信装置等、通常のPCやタブレット等が備えるハードウェアおよび機能を備えている。

[0037] 端末111は、機能部として外部標定要素算出部66、報知処理部（誘導処理部）67、コントロール部68を備えている。これらの機能部は、専用のアプリケーションソフトを端末111にインストールし、端末111のCPUで実行することで実現される。なお、上述した機能を実行する専用の演算回路をFPGA等で構成する形態も可能である。

[0038] 外部標定要素算出部66は、レーザースキャナ130が行う全周反射プリズム141の測位データに基づき、レーザースキャナ130の外部標定要素（特にその姿勢のデータ）を算出する。

[0039] 以下、レーザースキャナ130の外部標定要素（特にその姿勢のデータ）を算出する方法について説明する。まず、停止位置におけるレーザースキャナ130の位置は、TS140を用いた測位により特定され、その位置データは、無線通信部69で受信されている。ここで、レーザースキャナ130の姿勢は以下のようにして求められる。

[0040] この場合、レーザースキャナ130により全周反射プリズム141の測位を行う。この際、レーザースキャナ130から見た全周反射プリズム141の方向が得られる。これにより、レーザースキャナ130の位置からTS140の位置（反射プリズム141の位置）への方向線が得られる。

[0041] ここで、水平角を考える。なお、水平角は北を基準として時計回り方向で計測するものとする。ここで、上記の方向線の方向が45°（北東の方向）であったとする。この場合、レーザースキャナ130における水平角の基準方向と上記の方向線の方向との関係が取得される。この結果、当該位置におけるレーザースキャナ130の水平角の基準方向の絶対座標系での値が判る。なお、レーザースキャナ130は、自動整準台120の機能により、水平が確保されるので、水平角の基準を確定できれば、その姿勢が確定する。こうして、特定の停止位置におけるレーザースキャナ130の姿勢が算出される。以上の処理が外部標定要素算出部66で行なわれる。

[0042] なお、外部標定要素算出部66をレーザースキャナ130またはTS140の側に配置してもよい。また、レーザースキャナ130の外部標定要素の算出をサーバ等の遠隔地に配置された装置で行う形態も可能である。

[0043] 報知処理部67は、台車110の予め定めた停止位置への誘導に係る処理、当該停止位置に台車110（レーザースキャナ130）が近づいた場合や到達した場合に、その旨を端末111の表示部に表示させたり、報知音を発生せたりする処理を行う。報知処理部67は、台車110を停止位置に誘導する誘導装置の一例である。例えば、端末111の表示部（例えば、タブレットの液晶表示装置）に現在地から停止予定位置への方向を示す矢印と、そこまでの距離を表示する処理が報知処理部67で行われる。この処理は、停止位置に関する情報を画像情報として報知する処理と捉えることができる。

[0044] これらの報知処理は、予め定めた停止位置の位置データとTS140が測位したレーザースキャナ130の位置データとを比較し、その差に基づき行なわれる。例えば、次の停止位置までの方向と距離が端末111内で計算され、その内容が端末111の表示部に表示される。

[0045] コントロール部68は、レーザースキャナ130とTS140の動作制御（遠隔操作）を行う。また、端末111は、無線通信部69を備えている。無線通信部69は、レーザースキャナ130およびTS140との間、更にその他の機器との通信を行う。

[0046] （処理の一例）

（処理前の作業）

図5は、図1のシステムで実行される処理の手順の一例を示すフローチャートである。図5の処理を実行するプログラムは、端末111にインストールされ、端末111のCPUで実行される。当該プログラムをTS140やレーザースキャナ130の記憶部61や外部の適当な記憶媒体に記憶する形態も可能である。

[0047] 図5の処理では、端末111によりレーザースキャナ130とTS140の動作が遠隔制御される。図5の制御をレーザースキャナ130やTS14

0で行なう形態、遠隔地に設置されたサーバ等により行う形態も可能である。

[0048] ここでは、舗装工事の終わった路面100の表面の状態（平坦性や傾斜の状態）が規定の仕様を満たしているか否かの検査がレーザースキャナ130を用いたレーザースキャンによって行われる。

[0049] 作業の前準備として、全周反射プリズム131を備えたレーザースキャナ130と、全周反射プリズム141を備えたTS140を用意する。全周反射プリズム131の光学原点（反射点）とレーザースキャナ130の光学原点（スキャン点の位置計算の原点の位置）との関係、全周反射プリズム141の光学原点とTS140の光学原点（測位の原点）との関係は予め既知のデータとして取得しておく。これにより、全周反射プリズム131をターゲットとした測位を行うことで、レーザースキャナ130の位置（光学原点）が特定され、また全周反射プリズム141をターゲットとした測位を行うことで、TS140の位置（光学原点）が特定される。

[0050] また、TS140には、路面100上における停止位置のデータを予め入力しておく。この例では、路面へのレーザースキャンの有効射程を30mと見積もり、オーバーラップ部分を考慮して、20m毎に台車110の停止位置を設定する。また、停止位置は、道路の幅方向における中央とする。停止の間隔は、スキャンレーザー光の有効射程やスキャン密度との関係でケースバイケースであり、スキャン対象に合わせて設定する。また、路面100上に予め設定した台車110の停止位置をマーキングしておく。

[0051] （処理の手順）

まず、TS140を絶対座標系上における位置が既知の場所に設置する（ステップS101）。また、この設置位置におけるTS140の姿勢（方位角）を特定しておく。これは、通常行われるTS（トータルステーション）の設置時における外部標定要素を特定する作業と同じである。絶対座標系とは、例えばGNSSで用いられる世界座標系であり、緯度、経度、平均海面からの高度で位置が特定される座標系である。位置の特定は、例えば、GN

SSを用いた相対測位により行う。また、予め位置が特定されている点にTS140を設置する形態でもよい。座標系として、現場で設定されたローカル座標系を用いることもできる。

[0052] 次に、路面100上において、台車110上のレーザースキャナ130の全周反射プリズム131をTS140により捕捉する（ステップS102）。これは、手動による視準、TS140が備えるターゲット探索機能による自動視準、あるいは手動による大凡の視準と自動視準の組み合わせによって行われる。

[0053] 次に、台車を人手で押し、第1の停止位置に向かって移動させる。この際、TS140による全周反射プリズム131の捕捉および測位を継続して行う。台車110にはTS140のコントローラとなる端末111が固定されている（台車110を押し手が手にしていてもよい）。この端末111には、目標となる停止位置の方向と距離が表示され、台車110の誘導が行われる（ステップS103）。この表示は、TS140による全周プリズム131の測位データ、予め設定されている停止位置の位置データに基づき作成される。

[0054] 台車110を押し作業者は、端末111に表示される表示を見ながら、台車110を停止位置まで押して行く。台車が停止位置に到達した段階で、端末111の表示における停止位置までの距離が0となり、またその旨を報知する報知表示がされ、更に報知音が端末111から発せられる。この報知処理を受けて、作業者は台車110を予め設定された停止位置に停止させる。

[0055] 次に、自動整準台120の自動正準機能を用いてレーザースキャナ130の垂直軸が鉛直方向に一致するように、その傾きの補正が行われる（ステップS104）。自動整準台120としては、各種の傾斜センサ（例えば、気泡を光学的に検出する方式等）により傾きを検出し、それに基づき傾きをアクチュエータ等で調整する形式のものが利用される。整準台に関する技術としては、例えば、特開2009-14368号公報に記載されている。整準を自動でなく、マニュアル操作あるいは半自動で行う形態も可能である。

- [0056] 次に、TS140によるレーザースキャナ130に固定された全周反射プリズム131の測位を行う（ステップS105）。この処理により、レーザースキャナ130の整準処理後におけるレーザースキャナ130の精密な位置の特定が行われる。全周反射プリズム131の測位データは、端末111に送られる。なお、レーザースキャナ130と全周反射プリズム131との間のオフセット値（位置のずれ）は既知であるので、全周反射プリズム131の測位を行うことで、レーザースキャナ130の測位が行われる。これは、全周反射プリズム141とTS140においても同じである。
- [0057] 次に、位置が正確に特定されたレーザースキャナ130を用いて全周反射プリズム141（TS140）の測位を行う（ステップS106）。全周反射プリズム141の測位データは端末111に送られる。
- [0058] 次に、絶対座標系上で特定されたレーザースキャナ130の位置とTS140の位置とに基づき、レーザースキャナ130の外部標定要素が算出される（ステップS107）。ここで、レーザースキャナ130の外部標定要素における位置はTS140により測位され、その測位データは端末111で受け付けられている。よって、ここではレーザースキャナ130の姿勢の算出が行われる。この処理は、端末111の外部標定要素算出部66で行なわれる。
- [0059] レーザースキャナ130の外部標定要素を求めたら、レーザースキャナ130を用いた路面100のレーザースキャンを行う（ステップS108）。この際、ステップS107においてレーザースキャナ140の外部標定要素が算出されているので、路面100のレーザースキャンデータを絶対座標系上で得ることができる。
- [0060] ステップS103で誘導された停止位置での路面100のレーザースキャンが終了したら、ステップS103の前段階に戻り、次の停止位置へのTS140による誘導による移動が行われ、ステップ104以下の処理が繰り返される。こうして、予め設定された複数の停止位置への移動、そこで停止してのレーザースキャンのサイクルを繰り返し、路面のレーザースキャンデー

タを取得する。

[0061] 上記の処理では、TS140により予め定めた停止位置への台車110の誘導および停止位置におけるレーザースキャナ130の位置決めが行われる。また、レーザースキャナ130による全周反射プリズム141の測位により、停止位置でのレーザースキャナ130の外部標定要素の算出が行われる。この際、台車110を押して移動させる以外の手は必要なく、高い作業効率が得られる。

[0062] (変形例)

必要なレーザースキャン点群の密度が得られるように、隣接するレーザースキャナの停止位置からのレーザースキャン範囲を重複させる制御も可能である。本発明では、TSによりレーザースキャナの位置を精密に把握しているので、このような作業も容易である。

[0063] 予め定めた複数の停止予定位置の一部における位置の特定に、TSを用いる形態も可能である。この場合、TSを用いない停止位置の特定は、shape matchingで行う。shape matchingは、異なる2点から行われた重複する領域に対するレーザースキャンにより、レーザースキャナの移動経路および外部標定要素の変化を追跡する技術である。

[0064] 例えば、台車110の停止予定位置が複数ある場合に、最初と最後の停止予定位置の特定にTS140を用い、その他の停止予定位置の特定は、上記のshape matchingを用いる例が挙げられる。

[0065] また、レーザースキャナ130とTS140が互いに見通せ、相互の測位が可能な状態において、図1の原理を用いた台車110の停止位置の特定を行い、そうでない状態で上記のshape matchingを用いたレーザースキャナ130の位置特定処理により停止予定位置の特定を行う。

[0066] (むすび)

以上述べた技術では、台車110に搭載され、全周反射プリズム131を備えたレーザースキャナ130による測位データと、地上に固定され、全周反射プリズム141を備えたトータルステーション140による測位データ

とに基づきレーザースキャナ130の外部標定要素の算出を行う外部標定要素算出部66と、トータルステーション140による全周反射プリズム131の測位データに基づき、予め定められた停止位置へ台車110を誘導するための誘導処理を行う報知処理部（誘導処理部）67とを備えた端末111であって、レーザースキャナ130の外部標定要素の算出において、レーザースキャナ130による測位データは、全周反射プリズム141の測位データであり、トータルステーション140による測位データは、全周反射プリズム131の測位データである内容が開示されている。

[0067] 2. 第2の実施形態

トンネルの内壁（側壁および天井）をレーザースキャンする場合の例を図6に示す。この場合、TS140はトンネル内に設置され、台車110に載せられたレーザースキャナ130によるトンネル内壁のレーザースキャンが行なわれる。この場合、トンネルの内部において、図5の処理が実行される。もちろん、トンネルの壁面に加えて路面のレーザースキャンも可能である。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明は、移動と停止を交互に行ない、停止時にレーザースキャンを行う技術に利用できる。

符号の説明

[0069] 100…路面、110…台車、120…整準台、130…レーザースキャナ、131…全周反射プリズム、132…本体部、133…光学部、134…基台部、140…TS（トータルステーション）、141…全周反射プリズム、142…水平回転部、143…三脚、144…基台部、145…鉛直回転部。

請求の範囲

- [請求項1] 移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備えたレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づき前記レーザースキャナの外部標定要素の算出を行う外部標定要素算出部と、
- 前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置に前記移動体を誘導するための誘導処理を行う誘導処理部と
- を備えた測量装置であって、
- 前記レーザースキャナの前記外部標定要素の算出において、
- 前記レーザースキャナによる前記測位データは、前記第2の反射プリズムの測位データであり、
- 前記トータルステーションによる前記測位データは、前記第1の反射プリズムの測位データである測量装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の測量装置と、
- 前記レーザースキャナの整準を行うための整準装置と
- を備える測量システム。
- [請求項3] 前記整準装置による前記レーザースキャナの整準動作の後、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位が行われる請求項2に記載の測量システム。
- [請求項4] 移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備えたレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づく前記レーザースキャナの外部標定要素の算出と、
- 前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置に前記移動体を誘導する誘導処理と
- を行う測量方法であり、

前記レーザースキャナの前記外部標定要素の算出は、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データと、前記レーザースキャナによる前記第2の反射プリズムの測位データとに基づき行われる測量方法。

[請求項5]

コンピュータに読み取らせて実行させるプログラムであって、
コンピュータに

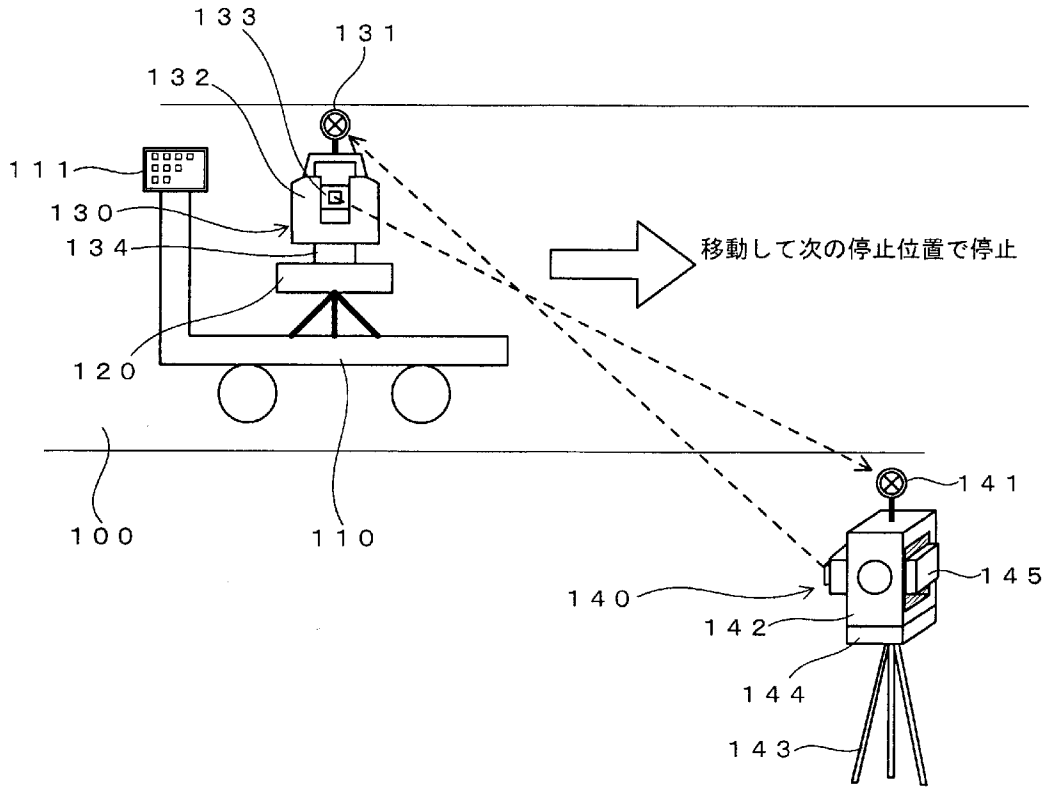
移動体に搭載され、第1の反射プリズムを備えたレーザースキャナによる測位データと、地上に固定され、第2の反射プリズムを備えたトータルステーションによる測位データとに基づく前記レーザースキャナの外部標定要素の算出と、

前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データに基づき、予め定められた停止位置に前記移動体を誘導する誘導処理と

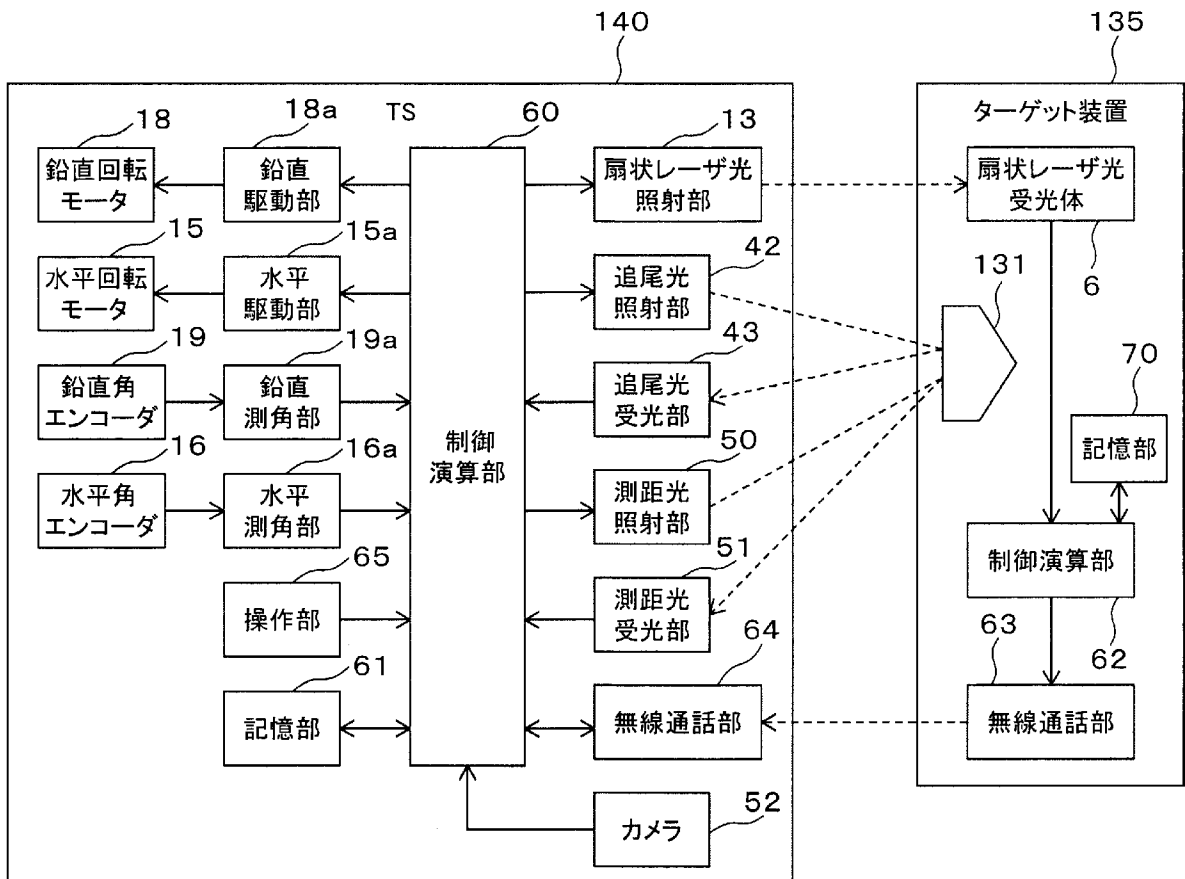
を実行させ、

前記レーザースキャナの前記外部標定要素の算出は、前記トータルステーションによる前記第1の反射プリズムの測位データと、前記レーザースキャナによる前記第2の反射プリズムの測位データとに基づき行われる測量用プログラム。

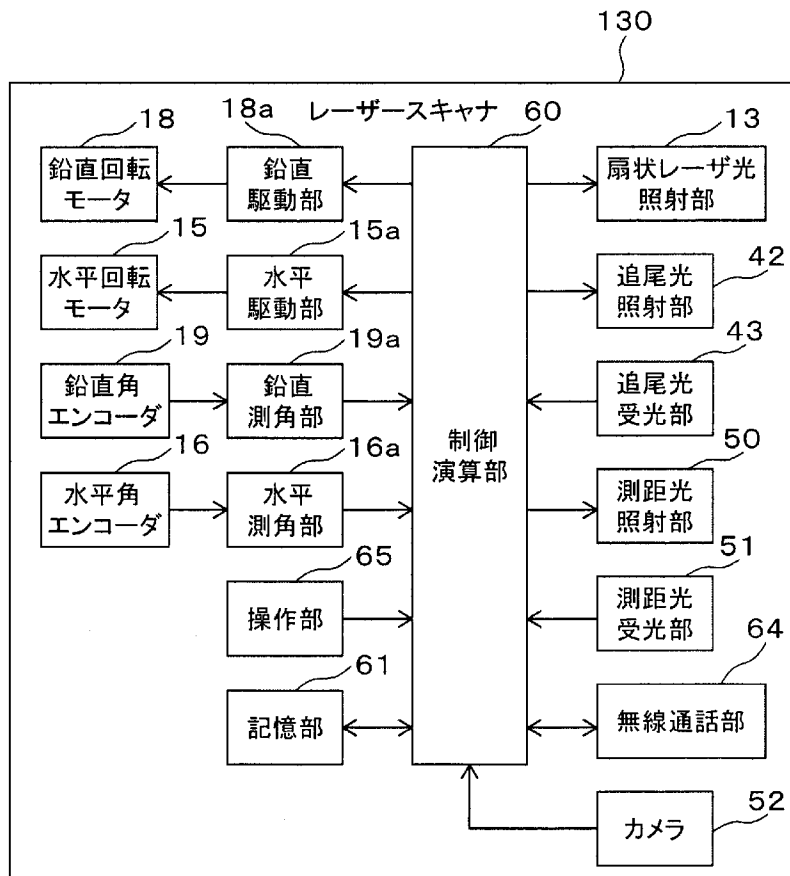
[図1]



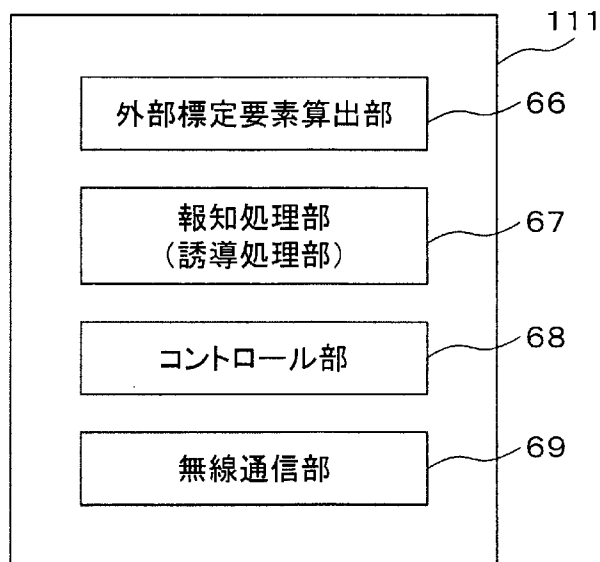
[図2]



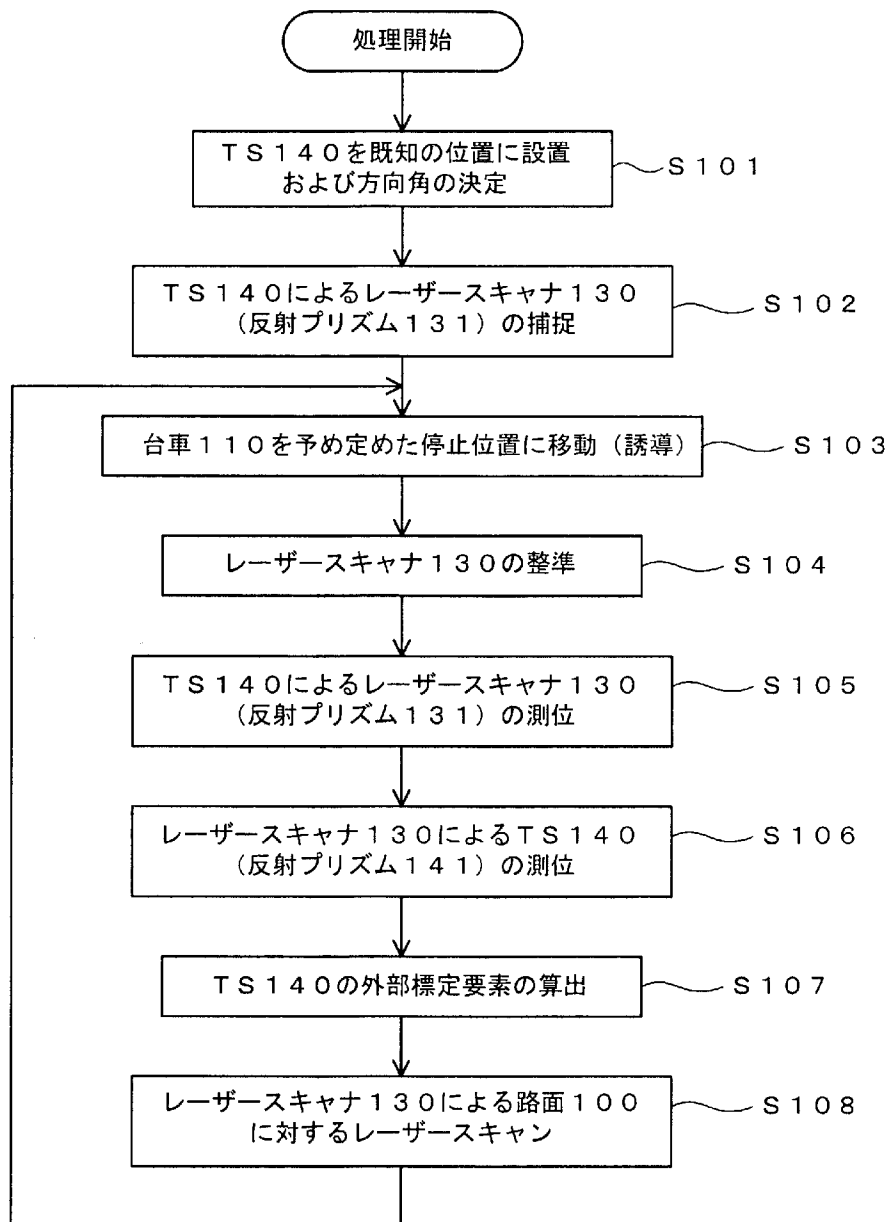
[図3]



[図4]

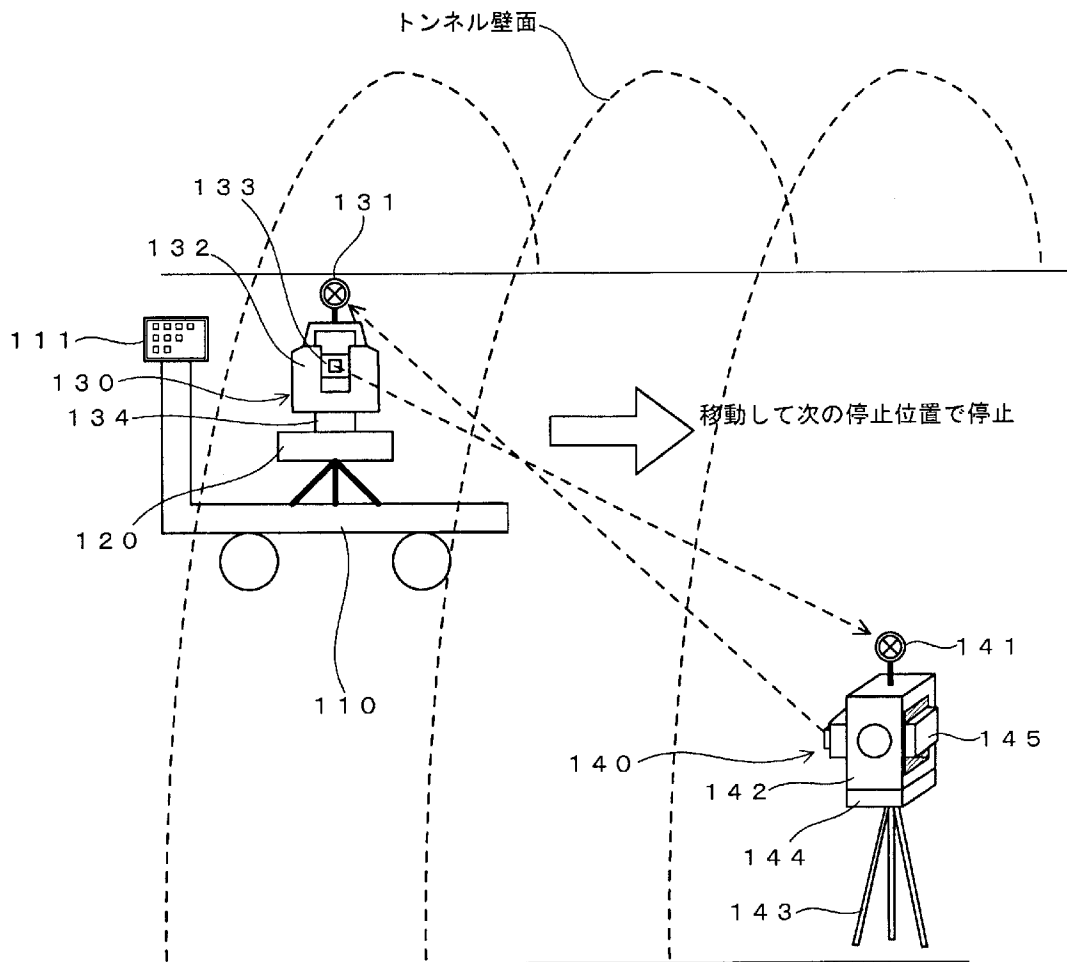


[図5]



[図6]

トンネル壁面のレーザースキャンを行う場合



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/043566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C15/00 (2006.01) i, G01C15/06 (2006.01) i

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. G01B11/00-11/30, 21/00-21/32, G01C1/00-15/14

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

Published utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2016-200521 A (MAEDA CORPORATION) 01 December 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 5748566 B2 (TOKYU CONSTRUCTION CO., LTD.) 15 July 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2014-173990 A (TOPCON CORPORATION) 22 September 2014, entire text, all drawings & US 2014/0253689 A1 & EP 2775257 A1 & CA 2844570 A1	1-5
A	JP 2017-20972 A (TOKYU CONSTRUCTION CO., LTD.) 26 January 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2003-527514 A (SANDVIK TAMROCK OY) 16 September 2003, entire text, all drawings & US 2003/0052529 A1 & WO 2001/069041 A1 & EP 1266124 A1 & CA 2403124 A1 & AT 327412 T & ZA 200207057 A & AU 2001246599 A & FI 20000628 A0	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 February 2019 (14.02.2019)	Date of mailing of the international search report 26 February 2019 (26.02.2019)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01C15/00(2006.01)i, G01C15/06(2006.01)i

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))

Int.Cl. G01B11/00-11/30, 21/00-21/32, G01C1/00-15/14

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2016-200521 A (前田建設工業株式会社) 2016.12.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 5748566 B2 (東急建設株式会社) 2015.07.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2014-173990 A (株式会社トプコン) 2014.09.22, 全文, 全図 & US 2014/0253689 A1 & EP 2775257 A1 & CA 2844570 A1	1-5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 14.02.2019	国際調査報告の発送日 26.02.2019
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 梶田 真也 電話番号 03-3581-1101 内線 3216
	2S 3303

C (続き) . 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 2017-20972 A (東急建設株式会社) 2017. 01. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-527514 A (サンドビク タムロック オサケ ユキチュア) 2003. 09. 16, 全文, 全図 & US 2003/0052529 A1 & WO 2001/069041 A1 & EP 1266124 A1 & CA 2403124 A1 & AT 327412 T & ZA 200207057 A & AU 2001246599 A & FI 20000628 A0	1-5