

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/122026 A1

(51) 国際特許分類:

G01C 7/02 (2006.01) G06T 7/521 (2017.01)
B66C 13/22 (2006.01) G06T 7/70 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/048135

(22) 国際出願日: 2019年12月9日(09.12.2019)

(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 2018-231051 2018年12月10日(10.12.2018) JP

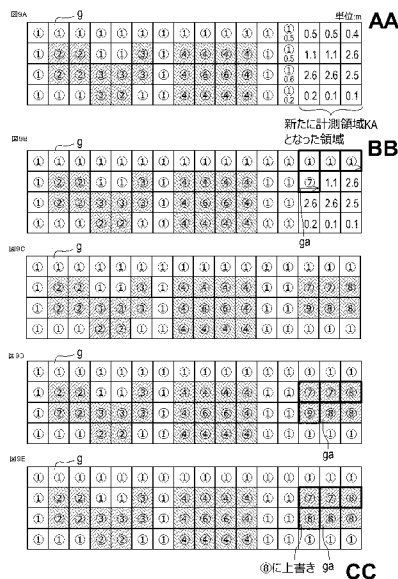
(71) 出願人: 株式会社タダノ (TADANO LTD.)
[JP/JP]; 〒7610185 香川県高松市新田町甲
3 4 番地 Kagawa (JP). 学校法人 関西
大学 (THE SCHOOL CORPORATION KANSAI

UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒5648680 大阪府吹田
市山手町 3 丁目 3 番 3 5 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 石川 巖 (ISHIKAWA Iwao); 〒7610185
香川県高松市新田町甲 3 4 番地 株式会社
タダノ内 Kagawa (JP). 小坂 孝幸 (KOSAKA
Takayuki); 〒7610185 香川県高松市新田町甲 3
4 番地 株式会社タダノ内 Kagawa (JP). 窪田
諭 (KUBOTA Satoshi); 〒5648680 大阪府吹田市
山手町 3 丁目 3 番 3 5 号 学校法人 関西大学
内 Osaka (JP). 田中 成典 (TANAKA Shigenori);
〒5648680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 3
5 号 学校法人 関西大学内 Osaka (JP). 中村
健二 (NAKAMURA Kenji); 〒5648680 大阪府吹
田市山手町 3 丁目 3 番 3 5 号 学校法人 関
西大学内 Osaka (JP). 山本 雄平 (YAMAMOTO

(54) Title: REGION ESTIMATION METHOD, MEASUREMENT REGION DISPLAY SYSTEM, AND CRANE

(54) 発明の名称: 領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーン



AA Units

BB Region newly designated as measurement region

CC Overwritten as 8

(57) Abstract: Provided is a region estimation method whereby guide information can be displayed while suppressing an increase in computational load even when the range in which guide information is generated expands. This method comprises: a point group data acquisition step; a grid generation processing step for dividing a measurement region (KA) into a plurality of grids (g), calculating the center-of-gravity position of the grid (g) and the average elevation value (H) of point group data (P) in the grid (g) for each grid (g) in which a representative point (pr) has not yet been set, and setting

Yuhei); 〒5648680 大阪府吹田市山手町 3 丁目
3 番 3 5 号 学校法人関西大学内 Osaka (JP).
中原 匡哉(NAKAHARA Masaya); 〒5648680 大
阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 3 5 号 学
校法人関西大学内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特 許 業 務 法 人 矢 野 内 外 国 特
許 事 務 所 (YANO INTERNATIONAL PATENT
ATTORNEYS OFFICE, P.C.); 〒5410054 大 阪
府 大 阪 市 中 央 区 南 本 町 二 丁 目 2 番 9 号 辰
野 南 本 町 ビ ル 8 階 Osaka (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, 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,
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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the center-of-gravity position at the average elevation value (H) as the position of the representative point (pr) for each grid (g); and a continuous region determination step for setting a region in which one grid (g) and an adjacent other grid (d) from among a plurality of grids (g) for which a determination has not yet been made are continuous as a continuous region when it is determined that the difference in elevation values between the representative point (pr) of the one grid (g) and the representative value (pr) of the other grid (g) is equal to or less than a threshold value.

(57) 要約: ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーンを提供する。点群データ取得工程と、計測領域 (KA) を複数のグリッド (g) に分割し、これまでに代表点 (pr) が設定されていないグリッド (g) 毎に、当該グリッド (g) の重心位置と当該グリッド (g) 内の点群データ (P) の平均標高値 (H) とを算出し、平均標高値 (H) における重心位置をグリッド (g) 毎の代表点 (pr) の位置として設定するグリッド生成処理工程と、これまでに判定が行われていない複数のグリッド (g) で一のグリッド (g) の代表点 (pr) と隣接する他のグリッド (g) の代表点 (pr) との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、一のグリッド (g) と他のグリッド (g) とが連続する領域である連続領域として設定する連続領域判定工程と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーン

技術分野

[0001] 本発明は、領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーンに関する。

背景技術

[0002] 従来、モニタに表示されたガイド情報に基づいて、荷物や荷物の周辺の状態を確認し、クレーン作業の効率化を図る技術が知られている。斯かる技術は、例えば、以下の特許文献 1 に開示されている。

[0003] 特許文献 1 には、吊荷（荷物）周辺の物体高さを通知する高さ情報通知システムに係る技術が開示されている。特許文献 1 記載の吊荷周辺の物体の高さ情報通知システムでは、レーザ距離センサ、マイクロ波距離センサ、ステレオカメラ等の距離計測手段によって、ブームの先端から吊荷周辺までの距離を計測する。そして、距離の計測結果を用いて吊荷周辺の物体の位置を検出するとともに高さを算出し、カメラによって撮像（撮影）された撮像画像（カメラ画像）に吊荷周辺の物体の位置および高さを対応させた処理画像（ガイド情報）を作成（生成）し、その処理画像をモニタに表示する構成としている。

[0004] しかしながら、特許文献 1 に記載された従来技術は、距離計測手段によって距離が計測される範囲における物体の位置の検出や物体の高さの算出を随時行う構成である。そのため、従来技術は、距離計測手段によって距離が計測される範囲を広くするにつれて、物体の位置の検出や物体の高さの算出に必要な計算量が大幅に増加し処理画像を表示できない可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 1 2 0 1 7 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の目的は、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーンの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

[0008] 即ち、本発明においては、レーザスキャナによって、計測領域にレーザを照射して点群データを取得し、前記点群データから照射点の標高値を算出する点群データ取得工程と、前記点群データを演算処理するデータ処理手段によって、前記計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点が設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定するグリッド生成処理工程と、これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一つのグリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定する連続領域判定工程と、を備え、前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データ取得工程と前記グリッド生成処理工程と前記連続領域判定工程とを所定の時間毎に行う、ことを特徴とする領域推定方法である。

[0009] 本発明においては、計測領域にレーザを照射して点群データを取得するレーザスキャナを備えたデータ取得部と、取得した点群データを演算処理するデータ処理部と、データ表示部と、を備え、前記データ処理部は、前記データ取得部から前記点群データを取得し、前記点群データから照射点の標高値を算出し、前記計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点が設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の

前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一グリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定し、前記設定された連続領域をそれぞれ区別して前記データ表示部に表示し、前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データの取得から前記設定された連続領域の表示までを所定の時間毎に行う、ことを特徴とする計測領域表示システムである。

[0010] 本発明においては、旋回台と、前記旋回台に設けられるブームと、前記ブームに取り付けられ、点群データを取得するレーザスキャナと、取得した点群データを演算処理する制御装置と、表示装置と、を備えるクレーンにおいて、前記旋回台の旋回操作と、前記ブームの伸縮操作と起伏操作と、に伴って前記レーザスキャナを移動させながらレーザを照射させることで、前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置毎の点群データを取得し、前記制御装置は、前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置毎の前記点群データを取得し、前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置とその姿勢とに基づいてレーザ照射時の位置毎の前記点群データを重ね合わせ、照射点の標高値を算出し、前記レーザスキャナの計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点を設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一グリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定し、前記設定された連続領域をそれぞれ区別して前記表示装置に表示し、前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データの取得から前記設定された連続領域の表示までを所定の時間毎に行う、こと

を特徴とするクレーンである。

[0011] 本発明においては、荷物の搬送開始位置および搬送終了位置の情報を取得し、前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲で、照射点の標高値を算出する毎に、前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲におけるグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲における複数のグリッドでのグリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定する、ことを特徴とするクレーンである。

[0012] 本発明においては、前記ブームの撓み、または、前記ブームの振動の検出手段を備え、前記ブームの撓み、または、前記ブームの振動による前記レーザスキャナの位置の変動を前記検出手段によって検出し、前記検出したレーザスキャナの位置の変動を考慮した前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置とその姿勢とに基づいてレーザ照射時の位置毎の前記点群データを重ね合わせる、ことを特徴とするクレーンである。

発明の効果

[0013] 本発明は、以下に示すような効果を奏する。

[0014] 本発明によれば、代表点が設定されていないグリッドで、重心位置と平均標高値との算出を行い、判定が行われていないグリッドで、隣接するグリッド間の標高値の差が閾値以下か否かの判定を行うため、この算出や判定に必要な計算量が一定以下となる。これにより、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。

[0015] 本発明によれば、荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲のグリッドで、重心位置と平均標高値との算出、および隣接するグリッド間の標高値の差が閾値以下か否かの判定が最新の点群データに基づいて行わ

れる。これにより、荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲について、最新の点群データに基づいて生成されたガイド情報を表示できるとともに、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。

[0016] 本発明によれば、ブームの撓みや振動が発生したときの点群データと、過去の点群データと、が適切に重ね合わせられる。これにより、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態に係るクレーンの全体構成を示す模式図。

[図2]本発明の一実施形態に係る計測領域表示システムとクレーンとの制御構成を示す模式図。

[図3]レーザスキャナによるレーザの照射状況の説明図、図3AはY軸方向視模式図、図3BはZ軸方向視模式図。

[図4]計測領域、個別計測領域、作業領域を説明する平面模式図。

[図5]個別計測領域とレーザにより描かれる軌跡との関係を示す模式図。

[図6]グリッド生成処理の説明図、図6Aは点群データの分割、グリッドのスライス、平均標高値の算出の説明図、図6Bは代表点の設定の説明図。

[図7]三次元地図更新処理の説明図、図7Aは前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点と設定したグリッド毎の代表点との説明図、図7Bはグリッド毎に取得した代表点の説明図。

[図8]グリッドの標高値を濃淡で表した三次元地図の表示状態を示す図。

[図9]ラベリング処理の説明図、図9Aはラベルを付与する三次元地図を示す図、図9Bはラベルの付与の説明図、図9Cはラベルの付与完了時の説明図、図9Dはラベルの上書き前の説明図、図9Eはラベルの上書き後の説明図。

[図10]ガイド情報の表示状態を示す図、図10Aはカメラ画像を表示したデータ表示部を示す図、図10Bはカメラ画像とガイド情報を重畳表示したデ

ータ表示部を示す図。

[図11]連続領域毎に領域を区別して表した三次元地図の表示状態を示す図。

[図12]データ処理部によるデータ処理の流れを示すフロー図。

[図13]グリッド生成処理を示すフロー図。

[図14]三次元地図更新処理を示すフロー図。

[図15]ラベリング処理を示すフロー図。

[図16]三次元地図更新処理の説明図、図16Aは前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点と設定したグリッド毎の代表点との説明図、図16Bはグリッド毎に取得した代表点の説明図。

[図17]ラベリング処理の説明図、図17Aは搬送開始位置の所定の範囲におけるラベルの付与の説明図、図17Bは搬送終了位置の所定の範囲におけるラベルの付与の説明図、図17Cは新たに計測領域となった領域におけるラベルの付与の説明図。

[図18]グリッド生成処理を示すフロー図。

[図19]三次元地図更新処理を示すフロー図。

[図20]ラベリング処理を示すフロー図。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、本発明の第一実施形態に係る計測領域表示システム50を備えたクレーン1について説明する。尚、本実施形態においては、クレーン1として移動式クレーン（ラフテレーンクレーン）について説明を行うが、トラッククレーン等でもよい。

[0019] 図1に示すように、クレーン1は、不特定の場所に移動可能な移動式クレーンである。クレーン1は、車両2、クレーン装置6を有する。

[0020] 車両2は、クレーン装置6を搬送する走行車両である。車両2は、複数の車輪3を有し、エンジン4を動力源として走行する。車両2には、アウトリガ5が設けられている。アウトリガ5は、車両2の幅方向両側に油圧によって延伸可能な張り出しビームと地面に垂直な方向に延伸可能な油圧式のジャッキシリンダとから構成されている。

- [0021] クレーン装置 6 は、荷物 W をワイヤロープによって吊り上げる作業装置である。クレーン装置 6 は、旋回台 7、ブーム 9、ジブ 9 a、メインフックブロック 10、サブフックブロック 11、起伏用油圧シリンダ 12、メインウインチ 13、メインワイヤロープ 14、サブウインチ 15、サブワイヤロープ 16、キャビン 17、制御装置 18（図 2 参照）等を具備する。
- [0022] 旋回台 7 は、クレーン装置 6 を旋回可能に構成する駆動装置である。旋回台 7 は、円環状の軸受を介して車両 2 のフレーム上に設けられる。旋回台 7 は、円環状の軸受の中心を回転中心として回転自在に構成されている。旋回台 7 には、アクチュエータである油圧式の旋回用油圧モータ 8 が設けられている。
- [0023] 旋回用油圧モータ 8 は、電磁比例切換弁である旋回用バルブ 23（図 2 参照）によって回転操作されるアクチュエータである。旋回用バルブ 23 は、旋回用油圧モータ 8 に供給される作動油の流量を任意の流量に制御することができる。つまり、旋回台 7 は、旋回用バルブ 23 によって回転操作される旋回用油圧モータ 8 を介して任意の旋回速度に制御可能に構成されている。旋回台 7 には、旋回台 7 の旋回位置（角度）と旋回速度とを検出する旋回角度検出手段である旋回用センサ 27（図 2 参照）が設けられている。
- [0024] ブーム 9 は、荷物 W を吊り上げ可能な状態にワイヤロープを支持する可動支柱である。ブーム 9 は、複数のブーム部材から構成されている。ブーム 9 は、各ブーム部材をアクチュエータである図示しない伸縮用油圧シリンダで移動させることで軸方向に伸縮自在に構成されている。ブーム 9 は、ベースブーム部材の基端が旋回台 7 の略中央に揺動可能に設けられている。
- [0025] 図示しない伸縮用油圧シリンダは、電磁比例切換弁である伸縮用バルブ 24（図 2 参照）によって伸縮操作されるアクチュエータである。伸縮用バルブ 24 は、伸縮用油圧シリンダに供給される作動油の流量を任意の流量に制御することができる。つまり、ブーム 9 は、伸縮用バルブ 24 によって任意のブーム長さに制御可能に構成されている。ブーム 9 には、ブーム 9 の長さを検出する伸縮長さ検出手段である伸縮用センサ 28（図 2 参照）が設けら

れている。

[0026] メインフックブロック 10 とサブフックブロック 11 とは、荷物 W を吊る吊り具である。メインフックブロック 10 には、メインワイヤロープ 14 が巻き掛けられる複数のフックシーブと、荷物 W を吊るメインフック 10 a とが設けられている。サブフックブロック 11 には、荷物 W を吊るサブフック 11 a が設けられている。

[0027] 起伏用油圧シリンダ 12 は、電磁比例切換弁である起伏用バルブ 25（図 2 参照）によって伸縮操作される。起伏用バルブ 25 は、起伏用油圧シリンダ 12 に供給される作動油の流量を任意の流量に制御することができる。つまり、ブーム 9 は、起伏用バルブ 25 によって任意の起伏速度に制御可能に構成されている。ブーム 9 には、ブーム 9 の起伏角度を検出する旋回角度検出手段である起伏用センサ 29（図 2 参照）、荷物 W の重量を検出する重量センサ、ブーム 9 の撓みとブーム 9 の振動とを検出する検出手段であるモーメントセンサ 31（図 2 参照）等が設けられている。モーメントセンサ 31 は、起伏用油圧シリンダ 12 のシリンダ内の圧力を検出することでブーム 9 に作用するモーメントを検出する。ブーム 9 に作用するモーメントに基づいてブーム 9 の撓みとブーム 9 の振動とが検出される。

[0028] メインウインチ 13 とサブウインチ 15 とは、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り入れ（巻き上げ）および繰り出し（巻き下げ）を行う巻回装置である。メインウインチ 13 は、メインワイヤロープ 14 が巻きつけられるメインドラムがアクチュエータである図示しないメイン用油圧モータによって回転され、サブウインチ 15 は、サブワイヤロープ 16 が巻きつけられるサブドラムがアクチュエータである図示しないサブ用油圧モータによって回転されるように構成されている。

[0029] メイン用油圧モータは、電磁比例切換弁であるメイン用バルブ 26 m（図 2 参照）によって回転操作される。メイン用バルブ 26 m は、メイン用油圧モータに供給される作動油の流量を任意の流量に制御することができる。つまり、メインウインチ 13 は、メイン用バルブ 26 m によって任意の繰り入

れおよび繰り出し速度に制御可能に構成されている。同様に、サブウインチ 15 は、電磁比例切換弁であるサブ用バルブ 26 s（図 2 参照）によって任意の繰り入れおよび繰り出し速度に制御可能に構成されている。メインウインチ 13 とサブウインチ 15 とには、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り出し量をそれぞれ検出する巻回用センサ 30（図 2 参照）が設けられている。

[0030] キャビン 17 は、運転座席を覆うものである。運転座席には、車両 2 を走行操作するための操作具やクレーン装置 6 を操作するための旋回操作具 19、伸縮操作具 20、起伏操作具 21、メインドラム操作具 22 m、サブドラム操作具 22 s 等が設けられている（図 2 参照）。旋回操作具 19 は、旋回用油圧モータ 8 を操作することができる。伸縮操作具 20 は、伸縮用油圧シリンダを操作することができる。起伏操作具 21 は、起伏用油圧シリンダ 12 を操作することができる。メインドラム操作具 22 m は、メイン用油圧モータを操作することができる。サブドラム操作具 22 s は、サブ用油圧モータを操作することができる。

[0031] このように構成されるクレーン 1 は、車両 2 を走行させることで任意の位置にクレーン装置 6 を移動させることができる。また、クレーン 1 は、起伏操作具 21 の操作によって起伏用油圧シリンダ 12 でブーム 9 を任意の起伏角度に起立させて、伸縮操作具 20 の操作によってブーム 9 を任意のブーム長さに延伸させたりすることでクレーン装置 6 の揚程や作業半径を拡大することができる。また、クレーン 1 は、メインドラム操作具 22 m 等によって荷物 W を吊り上げて、旋回操作具 19 の操作によって旋回台 7 を旋回させることで荷物 W を搬送することができる。

[0032] 図 2 に示すように、制御装置 18 は、各バルブを介してクレーン装置 6 のアクチュエータを制御する。制御装置 18 は、キャビン 17 内に設けられている。制御装置 18 は、実体的には、CPU、ROM、RAM、HDD 等がバスで接続される構成であってもよく、あるいはワンチップの LSI 等からなる構成であってもよい。制御装置 18 は、各アクチュエータ、センサ等の

動作を制御するために種々のプログラムやデータが格納されている。

[0033] 制御装置 18 は、旋回操作具 19、伸縮操作具 20、起伏操作具 21、メインドラム操作具 22 m、サブドラム操作具 22 s に接続され、旋回操作具 19、伸縮操作具 20、起伏操作具 21、メインドラム操作具 22 m、サブドラム操作具 22 s のそれぞれの操作量を取得することができる。

[0034] 制御装置 18 は、旋回用バルブ 23、伸縮用バルブ 24、起伏用バルブ 25、メイン用バルブ 26 m、サブ用バルブ 26 s に接続され、旋回用バルブ 23、伸縮用バルブ 24、起伏用バルブ 25、メイン用バルブ 26 m、サブ用バルブ 26 s に制御信号を伝達することができる。

[0035] 制御装置 18 は、旋回用センサ 27、伸縮用センサ 28、起伏用センサ 29、重量センサ、モーメントセンサ 31、巻回用センサ 30 に接続され、旋回台 7 の旋回位置、ブーム長さ、起伏角度、荷物 W の重量、ブーム 9 に作用するモーメント、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り出し量を取得することができる。

[0036] 制御装置 18 は、旋回台 7 の旋回位置、ブーム長さ、起伏角度、荷物 W の重量、ブーム 9 に作用するモーメント、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り出し量等のクレーン 1 に関する情報を計測領域表示システム 50 に伝達することができる。

[0037] 尚、本説明では、ブーム 9 の起伏支点の軸方向を基準として、図 1 に示すような X Y Z 座標系を規定している（以下の説明においても同様）。

X 軸方向（奥行方向とも呼ぶ）は、ブーム 9 の起伏支点の軸方向に対して垂直、かつ、水平な方向である。また、Y 軸方向（水平方向とも呼ぶ）は、ブーム 9 の起伏支点の軸方向に対して平行、かつ、水平な方向である。さらに、Z 軸方向は、鉛直下方向である。即ち、X Y Z 座標系は、ブーム 9 を基準としたローカル座標系として規定している（図 4 参照）。

[0038] 次に、本発明の一実施形態に係る計測領域表示システム 50 について、説明する。

クレーン 1 は、図 2 に示すような計測領域表示システム 50 を備えている

。

計測領域表示システム50は、本発明に係る計測領域表示システム50の一例であり、図1に示すようなクレーン1による作業を効率よく、かつ、安全に行うことを可能にするために、計測領域表示システム50が計測対象とする領域（以下、計測領域KAという（図4参照））の情報（以下、ガイド情報という）を画像で表示し、オペレータに提示するためのシステムである。

。

[0039] 図2に示すように、計測領域表示システム50は、データ取得部60、データ処理部70、データ表示部80、データ入力部90によって、構成されている。

[0040] データ取得部60は、計測領域KAにおけるガイド情報を生成するために必要なデータを取得する部位であり、カメラ61、レーザスキャナ62、慣性計測装置（IMU）63、第一GNSS受信機64a、第二GNSS受信機64bを備えている。カメラ61、レーザスキャナ62、慣性計測装置（IMU）63、第一GNSS受信機64aは、フレーム体に対して固定され、一体に構成されたセンサユニット65となっている。

[0041] センサユニット65は、クレーン1のブーム9の先端部分に付設されており、荷物Wの真上に位置するブーム9の先端部分から真下の状況を捉えることができる状態で配置されている（図1参照）。尚、ここでいう荷物Wの「真上」は、荷物Wの鉛直上方の位置と、その位置を基準とした一定範囲（例えば、荷物Wの上面の範囲）の位置と、を含む概念である。

[0042] センサユニット65は、ブーム9の先端部分に対してジンバル66（図1参照）を介して付設されており、旋回台7の旋回操作、ブーム9の起伏操作、伸縮操作が行われたときに、センサユニット65の姿勢（Z軸方向に向けた姿勢）を略一定に保持することができるよう構成されている。これにより、カメラ61とレーザスキャナ62とを常に荷物Wに向けておくことができる。このため、センサユニット65は、カメラ61とレーザスキャナ62とによって、荷物Wとその下方の地表面Fから、常にデータを取得すること

ができる。また、荷物Wの下方の地表面Fに地物Eが存在する場合には、カメラ61とレーザスキャナ62とによって、地物Eのデータを取得することができる。

[0043] カメラ61は、センサユニット65の下方の領域（以下、個別計測領域kaという（図4参照））の画像を撮影するためのデジタルビデオカメラであり、撮影したカメラ画像をリアルタイムで外部に出力する機能を有している。また、カメラ61は、適切なガイド情報の生成に必要なデータ量を考慮した画素数、画角、フレームレート、画像伝送レートを有している。

[0044] レーザスキャナ62は、計測対象物にレーザを照射し、そのレーザの計測対象物における反射光を受光することによって、その反射点に係る情報を取得し、計測対象物の点群データを取得する装置である。レーザスキャナ62は、センサユニット65を介してブーム9の先端部分に取り付けられている。レーザスキャナ62の計測対象物は、荷物W、地物E、地表面Fである。また、レーザスキャナ62には、計測時刻を取得するための第三GNSS受信機64cが接続されている。

そして、レーザスキャナ62は、個別計測領域kaに向けて照射されるレーザにより描かれる軌跡がY軸方向に対して平行となるように配置されている（図3B参照）。また、レーザスキャナ62は、レーザの照射角度を変更する基準軸が、X軸方向に対して平行とされている。

計測領域表示システム50は、レーザスキャナ62によって、リアルタイムに平面的な三次元点群データを取得する。

[0045] 慣性計測装置（Inertial Measurement Unit、以下IMUという）63は、データ取得時におけるカメラ61とレーザスキャナ62との姿勢データを取得するための装置である。IMU63は、リアルタイムで姿勢角を計測することが可能であり、レーザスキャナ62によって取得した点群データの補正に利用可能な計測精度を有している。また、IMU63には、計測時刻を取得するための第四GNSS受信機64dが接続されている。

- [0046] 第一GNSS受信機64aは、衛星から測距電波を受信し、座標である緯度、経度、標高値を算出するための装置である。データ処理部70は、第一GNSS受信機64aとレーザスキャナ62とが離間する距離が設定されており、設定された距離に基づいてリアルタイムでレーザスキャナ62の座標を算出可能である。
- [0047] 第二GNSS受信機64bは、衛星から測距電波を受信し、座標である緯度、経度、標高値を算出するための装置である。第二GNSS受信機64bは、旋回台7の旋回中心位置に配置されている。第二GNSS受信機64bは、リアルタイムで旋回台7の旋回中心の座標を算出可能である。
- [0048] 本実施形態では、第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとは、測定精度の高いRTK-GPS (Real Time Kinematic GPS) 測位方式を採用する。RTK-GPS測位方式を採用することにより、レーザスキャナ62の位置と旋回台7の旋回中心の位置の測定精度を高めることができる。尚、RTK-GPS測位方式に限定されず、他の測位方法を採用してもよい。
- [0049] 第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとを結ぶ直線と、レーザスキャナ62の計測軸と、IMU63の計測軸と、が同一直線上にあるように、第一GNSS受信機64aが配置される。また、第一GNSS受信機64aが算出するレーザスキャナ62の座標と、第二GNSS受信機64bが算出する旋回台7の旋回中心の座標と、によって、ブーム9を基線としたGNSSコンパスを構成し、レーザスキャナ62の向き（方位）を算出可能である。第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとは、レーザスキャナ62によって取得した点群データの補正に利用可能な計測精度を有している。
- [0050] 図3に示すように、レーザスキャナ62は、合計16個のレーザ送受信センサを備えており、同時に16本のレーザを計測対象物に照射して、計測対象物の点群データを取得することができる装置である。図3Aに示すように、レーザスキャナ62の16個の各レーザ送受信センサは、X軸方向におい

て2° ずつ照射角度を異ならせて配置されており、計測対象物に対して、全体で30° の拡がりを持ってレーザを照射可能に構成されている。また、レーザスキャナ62の各レーザ送受信センサは、X軸回りに360°（全方位）回転可能に構成されている。図3Bに示すように、個別計測領域kaに向けて照射されるレーザにより描かれる軌跡は、Y軸方向に対して平行であり、レーザスキャナ62では、16本の当該軌跡が同時に描かれる。

[0051] 尚、レーザスキャナ62は、ブーム9の最高到達高さを考慮して、その最高到達高さ（例えば、約100m）から計測対象物の三次元形状を計測可能な機器が選択される。また、レーザスキャナ62は、適切なガイド情報を生成するために必要なデータ量およびデータ精度を考慮して、計測スピード、計測ポイント数、計測精度等の各仕様について所定の性能を有する機器が選択される。

[0052] 尚、本実施形態では、合計16個のレーザ送受信センサを備えたレーザスキャナ62を用いる場合を例示しているが、本発明に係る計測領域表示システム50は、レーザスキャナ62を構成するレーザ送受信センサの個数によっては限定されない。即ち、本発明に係る計測領域表示システム50では、クレーン1のブーム9（ジブ9a）の最高到達高さ等に応じて、最適な仕様のレーザスキャナ62が適宜選択される。

[0053] センサユニット65によって個別計測領域kaにおいて取得するデータには、荷物W、荷物Wの下方の地表面F、荷物Wの下方の地表面Fに存在する地物Eをカメラ61によって撮影した画像データが含まれる。また、センサユニット65によって個別計測領域kaにおいて取得するデータには、荷物W、地表面F、地物Eをレーザスキャナ62によってスキャンして取得した点群データが含まれる。尚、ここでいう地表面Fには、荷物Wの搬送元および搬送先となる面を広く含み、地上面のみならず、建物屋上の床面や屋根面等も含まれる。

[0054] データ処理手段であるデータ処理部70は、データ取得部60で取得したデータを演算処理して、オペレータに提示するガイド情報を生成するための

部位であり、本実施形態では、所定のデータ処理プログラムがインストールされた汎用のパーソナルコンピュータによって構成している。

また、データ処理部 70 は、クレーン 1 の制御装置 18 と電氣的に接続されており、制御装置 18 から出力される旋回台 7 の旋回位置、ブーム長さ、起伏角度、荷物 W の重量、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り出し量等のクレーン 1 に関する情報が入力される。

[0055] データ表示部 80 は、オペレータに提示するガイド情報を表示するための部位であり、データ処理部 70 に接続された表示装置により構成される。

データ表示部 80 は、計測領域 K A の三次元地図と個別計測領域 k a のカメラ画像とをリアルタイムに表示する。

[0056] ここで、計測領域 K A とガイド情報とについて説明する。

[0057] 計測領域 K A とは、ガイド情報を生成する対象となる領域である。

図 4 に示すように、計測領域表示システム 50 は、センサユニット 65 の下方の個別計測領域 k a に存在する荷物 W、地表面 F、地物 E を計測する。センサユニット 65 は、旋回台 7 の旋回操作、起伏操作、ブーム 9 の伸縮操作に応じて移動する。このため、個別計測領域 k a も、センサユニット 65 の移動に応じて移動する。計測領域 K A は、異なる位置から計測された個別計測領域 k a を併せた領域である。計測領域 K A は、計測領域表示システム 50 が計測可能な領域の全体を計測した場合、ブーム 9 の先端部分が稼働可能な領域である作業領域 S A を含む領域となる。

[0058] ここでいうガイド情報は、オペレータがクレーン 1 によって荷物 W を搬送するときに、ブーム 9 の長さ・旋回位置・起伏角度、メインワイヤロープ 14 とサブワイヤロープ 16 との繰り出し量等の良否について、オペレータの判断を補助する情報である。ガイド情報には、計測領域 K A の三次元地図、カメラ画像情報、荷物 W と地物 E との形状に係る情報、荷物 W の高さ情報、地物 E の高さ情報、荷物 W の動線に係る情報等が含まれる。

[0059] 図 2 に示すように、データ入力部 90 は、データ処理部 70 に対して、設定値等を入力するための部位であり、タッチパネル、マウス、キーボード装

置等の入力装置により構成される。

[0060] 図1に示すように、データ表示部80とデータ入力部90は、キャビン17内の運転座席の前方のオペレータが見やすい位置に配置する。データ処理部70は、センサユニット65の近傍に配置することが好ましい。尚、計測領域表示システム50は、データ処理部70、データ表示部80、データ入力部90をタブレットPCによって一体的に構成した場合には、データ処理部70をキャビン17内に配置する構成としてもよい。

データ取得部60とデータ処理部70間のデータの伝送は、有線LANによることが好ましい。尚、データ取得部60とデータ処理部70間のデータの伝送は、無線LANを採用してもよく、あるいは、電力線通信を採用してもよい。

[0061] ここで、データ取得部60によるデータの取得状況を説明する。

データ取得部60は、カメラ61によって、個別計測領域kaを連続的に撮影し、個別計測領域kaのカメラ画像を取得する。

[0062] 図5に示すように、データ取得部60は、レーザスキャナ62によって、個別計測領域kaを連続的にスキャンし、個別計測領域kaにおける計測対象物の点群データを取得する。以下では、レーザスキャナ62によって取得する点群データを、点群データPと呼ぶ。点群データPは、点データpの集合であり、点データpは、個別計測領域kaに存在する地表面F、荷物W、地物Eに位置する点を表している。

[0063] データ取得部60は、レーザスキャナ62によって点群データPを取得すると同時に、第三GNSS受信機64cによって複数の測位衛星から時間情報を受信する。そして、データ処理部70は、点データpに対して、該点データpの取得時間tpに係る情報を付与する。

[0064] また、データ取得部60は、レーザスキャナ62によって、点群データPを取得すると同時に、IMU63によって所定の周期でレーザスキャナ62の姿勢データQを取得し、第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとによってレーザスキャナ62の位置データRと方位データKとを取

得する。尚、データ処理部 70 は、第二 GNSS 受信機 64 b によって取得される旋回台 7 の旋回中心の位置と、制御装置 18 から出力される旋回台 7 の旋回位置、ブーム長さ、起伏角度に基づいて、レーザスキャナ 62 の位置と向きとを算出してもよい。

[0065] 姿勢データ Q には、レーザスキャナ 62 の X・Y・Z 軸の各軸方向に対する角度と加速度に係る情報が含まれる。尚、IMU 63 による姿勢データ Q の取得周期は、レーザスキャナ 62 による点群データ P の取得周期よりも短くする。姿勢データ Q は、計測周期ごとに計測される個別姿勢データ q の集合である。

[0066] データ取得部 60 は、IMU 63 によって姿勢データ Q を取得すると同時に、第四 GNSS 受信機 64 d によって、複数の測位衛星から時間情報を受信する。データ処理部 70 は、個別姿勢データ q に対して、該個別姿勢データ q の取得時間に係る情報として取得時間 t_q を付与する。

[0067] 位置データ R には、レーザスキャナ 62 の XYZ 座標系における位置に係る情報が含まれる。尚、第一 GNSS 受信機 64 a と第二 GNSS 受信機 64 b とによる位置データ R の取得周期は、レーザスキャナ 62 による点群データ P の取得周期よりも短くする。位置データ R は、計測周期ごとに計測される個別位置データ r の集合である。データ処理部 70 は、個別位置データ r に基づいて個別方位データ k を算出する。方位データ K は、計測周期ごとに計測される個別方位データ k の集合である。

[0068] 第一 GNSS 受信機 64 a と第二 GNSS 受信機 64 b とは、位置データ R と方位データ K とを取得すると同時に、複数の測位衛星から時間情報を受信する。データ処理部 70 は、位置データ R と方位データ K とに対して、該位置データ R と該方位データ K との取得時間に係る情報として取得時間 t_r を付与する。

[0069] 次に、データ処理部 70 によるデータの処理状況を説明する。

[0070] 本発明の一実施形態に係る領域推定方法は、点群データ取得工程、グリッド生成処理工程、連続領域判定工程を備える（図 12 参照）。点群データ取

得工程は、時刻対応処理（STEP-101）と剛体変換処理（STEP-102）とを備える。グリッド生成処理工程は、グリッド生成処理A（STEP-103）と三次元地図更新処理B（STEP-104）とを備える。連続領域判定工程は、ラベリング処理C（STEP-105）を備える。データ処理部70は、領域を推定する処理として、時刻対応処理（STEP-101）から三次元地図可視化処理（STEP-108）までの一連の処理を所定の時間毎に行う。以下では、所定の時間毎に行われる一連の処理について、一連の処理が行われる1回目を「1回目の領域推定」とする。1回目の領域推定の後、所定の時間毎に行われる一連の処理を「2回目の領域推定」、「3回目の領域推定」、・・・とする。旋回台7の旋回操作、起伏操作、ブーム9の伸縮操作によってレーザスキャナ62が移動して、新たに計測領域KAとなる領域があるものとして説明する。

[0071] （点群データ取得工程）

データ処理部70は、計測データを取得する。具体的には、データ処理部70は、点群データPのストリームデータから、1フレーム分の点群データPを切り出して出力する。1フレーム分の点群データPは、レーザスキャナ62によるレーザの照射方向がX軸回りに1周する間に取得する点データpの集合である。また、データ処理部70は、カメラ61のカメラ画像、IMU63の姿勢データQ、第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとによって取得する位置データRおよび方位データKを計測データとして取得する。

[0072] データ処理部70は、1フレーム分の点群データPに含まれる点データpを、IMU63によって取得した姿勢データQと、第一GNSS受信機64aと第二GNSS受信機64bとによって取得した位置データRおよび方位データKと、時間によって対応付ける（図12の時刻対応処理（STEP-101）参照）。

具体的には、データ処理部70は、姿勢データQについて、個々の点データpにおいて、その点データpの取得時間 t_p に最も近い個別姿勢データq

の取得時間 t_q を探索し、該取得時間 t_q における個別姿勢データ q を、その点データ p に対応付ける。また、データ処理部 70 は、位置データ R および方位データ K について、個々の点データ p において、その点データ p の取得時間 t_p に最も近い位置データ R および方位データ K の取得時間 t_r を探索し、該取得時間 t_r における個別位置データ r および個別方位データ k を、その点データ p に対応付ける。

[0073] このようにしてデータ処理部 70 は、個別姿勢データ q 、個別位置データ r 、個別方位データ k とが時間によって対応付けられた点データ p を出力する。

[0074] データ処理部 70 は、時間によって対応付けられた点データ p 、個別姿勢データ q 、個別位置データ r 、個別方位データ k の組み合わせに対して剛体変換処理を行う（図 12 の剛体変換処理（STEP-102）参照）。具体的には、データ処理部 70 は、個別姿勢データ q 、個別位置データ r 、個別方位データ k とに基づいて点群データ P のアフィン変換を行って、点群データ P を平面直角座標系に変換する。これにより、傾き、位置、向きが補正された点群データ P が出力される。点データ p の標高値は、傾き、位置、向きが補正された点データ p の Z 座標の値となる。つまり、レーザスキャナ 62 の照射点の標高値は、点データ p の Z 座標の値として算出されている。但し、 Z 軸は、鉛直下方向の軸であるため、 Z 座標の値が大きくなるに応じて、標高が低い位置となる。

[0075] （グリッド生成処理工程）

図 6 に示すように、データ処理部 70 は、補正された点群データ P を一定の大きさのグリッド g で分割し、グリッド g の代表点 p_r を設定する（図 12 のグリッド生成処理 A（STEP-103））。具体的には、まず、データ処理部 70 は、補正された点群データ P を重ね合わせる。図 6 A に示すように、次に、データ処理部 70 は、重ね合わせた点群データ P を一定の大きさのグリッド g で分割する。そして、データ処理部 70 は、点データ p が所定の数以上存在するグリッド g により構成される領域であるとともに、前回

の領域推定で出力された三次元地図において代表点 p_r が存在しない領域（図 7 A 左図参照）を、新たに計測領域 K_A となった領域として認識する。所定の数 n は、任意に設定されている。前回の領域推定で出力された三次元地図において代表点 p_r が存在しない領域は、これまでに代表点 p_r が設定されていないグリッド g で構成される領域である。尚、1 回目の領域推定の場合は、点データ p が所定の数以上存在するグリッド g により構成される領域の全てが新たに計測領域 K_A となった領域として認識される。

[0076] 重ね合わせた点群データ P には、地物 E や地表面 F の上面だけではなく、地物 E や地表面 F の側面にレーザが照射され取得された点データ p が含まれる可能性がある。地物 E や地表面 F の上面を対象としてガイド情報を生成するため、まず、データ処理部 70 は、新たに計測領域 K_A となった領域のグリッド g 毎に、グリッド g を任意の間隔で水平の方向にスライスする。そして、データ処理部 70 は、新たに計測領域 K_A となった領域のグリッド g 毎に、スライスされて形成される層 $L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 \cdots$ のうち、点データ p が存在し、かつ、最も標高が高い位置にある層 L_1 の点データ p （点群データ P ）の標高値の平均値である平均標高値 H を算出する。また、データ処理部 70 は、新たに計測領域 K_A となった領域のグリッド g 毎に、グリッド g の重心位置を算出する。図 6 B に示すように、最後に、データ処理部 70 は、新たに計測領域 K_A となった領域のグリッド g 毎に、算出した平均標高値 H におけるグリッド g の重心位置をグリッド g の代表点 p_r の位置として設定する。これにより、データ処理部 70 は、地表面 F に凹凸があり、地表面 F の凹凸の側面にレーザが照射された場合でも、地表面 F の凹凸の上面にレーザが照射され取得されたと推定される点群データ P の代表点 p_r を設定できる。

[0077] 尚、平均標高値 H を算出する層は、層 L_1 に限定されず、各層における、点データ p の数、点データ p の位置、点データ p の密度に基づいて選択される層であってもよい。例えば、各層のうち、点データ p の数が最も多い層が選択されてもよい。或いは、任意の数以上の点データ p が存在する層のうち

、最も高い層が選択されてもよい。或いは、Z方向視で均等に点データpが存在する層は、地物Eの上面に照射された点データpである可能性が高いため、Z方向視で均等に点データpが存在する層が選択されてもよい。

[0078] 図7に示すように、データ処理部70は、設定したグリッドg毎の代表点p_rを用いて三次元地図を更新する（図12の三次元地図更新処理B（STEP-104））。

[0079] データ処理部70は、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点p_rと設定したグリッドg毎の代表点p_rとを用いて三次元地図を更新する。図7A左図は、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点p_rを代表点p_{r1}として、グリッドgに代表点p_{r1}のみを示した図である。図7A右図は、設定したグリッドg毎の代表点p_rを代表点p_{r2}として、グリッドgに代表点p_{r2}のみを示した図である。図7Bに示すように、具体的には、まず、データ処理部70は、代表点p_{r1}と代表点p_{r2}とをグリッドg毎に取得する。そして、データ処理部70は、全ての代表点p_r毎にグリッドgの大きさの面を生成し、計測領域KAの三次元地図として出力する。図8に示すように、三次元地図Mをデータ表示部80に表示した場合、グリッドgの代表点p_rの標高値が高くなるに応じて面Sの色が濃く表示される。尚、1回目の領域推定の場合は、代表点p_{r2}毎にグリッドgの大きさの面を生成し、計測領域KAの三次元地図として出力する。

[0080] （連続領域判定工程）

図9に示すように、データ処理部70は、三次元地図を用いて連続領域毎にラベルを付与する（図12のラベリング処理C（STEP-105）参照）。連続領域とは、隣接するグリッドgの代表点p_rの標高値の差が閾値以下となる領域である。閾値は、レーザスキャナ62のZ軸方向の計測誤差に基づいて設定されており、例えば、0.1mとしている。ラベルは、1番から順番に番号で付与される。以下では、説明のため、グリッドgの代表点p_rの標高値は、標高が最も低い位置に存在する代表点p_rの標高値を基準として、基準とした代表点p_rからの高さとしている。

[0081] 図9A及び図9Bに示すように、次に、データ処理部70は、ラベルを付与する三次元地図から注目グリッドg aを選択する。注目グリッドg aの代表点p rの標高値と、その左上、上、右上、左の4近傍（以下、単に4近傍という）にある各グリッドgの代表点p rの標高値と、の比較が行われる。注目グリッドg aが選択される順番は、新たに計測領域K Aとなった領域の中から、左上を起点に左端から右に、右端に到達すると一つ下の段の左端から右に選択される。データ処理部70は、前回以前の領域推定でラベルが付与されている領域について、前回以前の領域推定で付与されたラベルを用いる。

[0082] データ処理部70は、注目グリッドg aの代表点p rの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点p rの標高値との差のいずれかが閾値以下の場合、標高値の差が閾値以下であるグリッドgと同一のラベルを注目グリッドg aに付与し、注目グリッドg aの代表点p rの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点p rの標高値との差が全て閾値よりも大きい場合は、新たなラベルを付与する。但し、データ処理部70は、注目グリッドg aの代表点p rの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点p rの標高値との差が閾値以下であるグリッドgのラベルの種類が複数の場合は、標高値の差が閾値以下であるグリッドgのラベルのうち、最も番号が小さいラベルを付与する。これらの処理を全てのグリッドgに対して行うことで、注目グリッドg aとその左上、上、右上、左、右、左下、下、右下の8近傍にあるグリッドgとの比較ができる。

[0083] 例えば、データ処理部70は、図9Bに示す注目グリッドg aが選択されている場合、注目グリッドg aの代表点p rの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点p rの標高値との差を、全て0.6mと算出する。データ処理部70は、注目グリッドg aの代表点p rの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点p rの標高値との差が全て閾値0.1mよりも大きいため、6番のラベルの番号を1だけ増加させた7番のラベルを注目グリッドg aに付与している。

- [0084] 図9C、図9D、及び図9Eに示すように、データ処理部70は、全てのグリッドgにラベルが付与された後に、グリッドgから注目グリッドgaを再び選択する。注目グリッドgaが選択される順番は、ラベルを付与する際と同様に、新たに計測領域KAとなった領域の中から、左上を起点に左端から右に、右端に到達すると一つ下の段の左端から右に選択される。
- [0085] データ処理部70は、注目グリッドgaの代表点prの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点prの標高値とを比較する。データ処理部70は、注目グリッドgaの4近傍のグリッドgに、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されている場合は、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されているグリッドgのラベルを注目グリッドgaのラベルで上書きする。
- [0086] 例えば、データ処理部70は、図9Dに示す注目グリッドgaが選択されている場合、その左と右上にある各グリッドgの代表点prとの標高値の差を、それぞれ0mと算出し、その左上と上にある各グリッドgの代表点prとの標高値の差を、それぞれ1.5mと算出する。さらに、注目グリッドgaの左にあるグリッドgは、9番のラベルが付与されており、注目グリッドgaに付与されている8番のラベルと異なる。従って、注目グリッドgaの左にあるグリッドgは、標高値の差が閾値0.1m以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されている。図9Eに示すように、このため、データ処理部70は、注目グリッドgaの左にあるグリッドgのラベルを8番のラベルで上書きしている。
- [0087] 最後に、データ処理部70は、連続領域毎にラベルが付与されている三次元地図を出力する。このように、データ処理部70は、これまでに判定が行われていないグリッドgにおいて、同一のラベルが付与されたグリッドgを連続領域として設定している。尚、出力される三次元地図は、情報として記憶されており、次回の領域推定で用いることができる。
- [0088] 本実施形態において、計測領域表示システム50がクレーン1から独立した構成として説明したが、データ取得部60が備える各種センサ61～64

d、データ表示部80が備える表示装置、データ入力部90が備える入力装置をクレーン1が具備し、データ処理部70が行うデータ処理を制御装置18が行う構成であってもよい。

[0089] このような領域推定方法を実施する計測領域表示システム50およびクレーン1は、代表点 p_r が設定されていないグリッド g で、重心位置と平均標高値 H との算出を行い、判定が行われていないグリッド g で、隣接するグリッド g 間の標高値の差が閾値以下か否かの判定を行うため、この算出や判定に必要な計算量が一定以下となる。これにより、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。また、計算量の増加を抑制することによって、データ処理部70の小型化、省力化が可能となる。

[0090] データ処理部70は、ラベルが付与された三次元地図の中から、地表面 F 、荷物 W とそれら以外の領域を示すラベルを推定する（図12の同一領域推定処理（STEP-106））。具体的には、データ処理部70は、地表面 F の領域が最も広いと考えられるため、グリッド g の数が最も多い同一のラベルを地表面 F のグリッド g に付与されたラベルとする。つまり、データ処理部70は、連続領域のうち、最もグリッド g の数が最も多い連続領域を地表面 F と推定する。データ処理部70は、このような地表面 F の推定をリアルタイムで自動的に行うことができる。図9Eに示すように、例えば、データ処理部70は、1番のラベルのグリッド g が最も多いため、1番のラベルの連続領域を地表面 F と推定する（白抜き部分参照）。データ処理部70は、三次元地図 M をデータ表示部80に表示した場合、地表面 F の領域を他の領域と色や濃淡を区別して表示する（図11参照）。

[0091] また、データ処理部70は、手動で入力された荷物 W の範囲（図10B参照）にあるグリッド g の代表点 p_r の中で最も標高値の低い代表点 p_r のグリッド g のラベルを取得し、荷物 W のグリッド g に付与されたラベルとする。これは、グリッド g の中に荷物 W のグリッド g とフックやワイヤのグリッド g が含まれる場合、フックやワイヤロープのグリッド g における代表点 p

r の標高値よりも荷物 W のグリッド g における代表点 p_r の標高値の方が低い
ためである。尚、荷物 W の高さ（ Z 軸方向の長さ）は、ブーム 9 の先端部
分からでは荷物 W の側面や下部を計測できないため、実測されてデータ処理
部 70 に入力されている。

[0092] データ処理部 70 はグリッド g の代表点 p_r の集合を用いて、荷物 W 、地
物 E 毎に大きさと高さをカメラ画像上に可視化する（図 12 の領域可視化処
理（STEP-107））。具体的には、まず、データ処理部 70 は、第一
GNSS 受信機 64a と第二 GNSS 受信機 64b との計測データから現在
時刻のレーザスキャナ 62 の位置と向き（方位）とを算出する。次に、デー
タ処理部 70 は、算出したレーザスキャナ 62 の位置と向きとに基づいて座
標軸を決定し、荷物 W や地物 E 等の代表点 p_r のカメラ画像上における位置
を合わせて表示する。

[0093] 図 10 に示すように、データ処理部 70 は、荷物 W や地物 E 等の代表点 p_r
のカメラ画像 I 上における位置を用いて、荷物 W や地物 E をカメラ画像 I
上で内包する外形線を算出し、外形線が成す外形図形をガイド情報 $GD1$ と
してカメラ画像 I 上に表示する。最後に、データ処理部 70 は、ガイド情報
 $GD1$ の上に荷物 W や地物 E の標高値と地表面 F の標高値の差分値をガイド
情報 $GD2$ （高さの情報）として表示する。尚、ガイド情報 $GD1$ の描画色
は、荷物 W や地物 E の高さに応じて濃淡を変更した所定の色で表示する。ま
た、荷物 W や地物 E の高さの有効桁数は、小数第一位とする。

[0094] 図 11 に示すように、データ処理部 70 は、荷物 W 、地表面 F 、地物 E 毎
にラベルが付与された計測領域 KA の三次元地図を用いて、それぞれの三次
元空間における位置関係と大きさを可視化する（図 12 の三次元地図可視化
処理（STEP-108））。具体的には、まず、データ処理部 70 は、荷
物 W 、地表面 F 、地物 E 毎の代表点 p_r の位置と標高値とに基づいて、代
表点 p_r を重心とする面 S を生成する。このとき、面 S の幅は代表点 p_r の生
成時に用いたグリッド g の幅とする。そして、データ処理部 70 は、荷物 W
、地表面 F 、地物 E 毎に面 S に色付けを行い、三次元空間における三次元地

図Mとしてデータ表示部80に可視化する。

[0095] 以下に、計測領域表示システム50の制御態様について具体的に説明する。

[0096] 図12に示すように、データ処理部70は、計測データが入力され、STEP-101に移行する。

[0097] データ処理部70は、STEP-101において、時刻対応処理を行い、STEP-102に移行する。

[0098] データ処理部70は、STEP-102において、剛体変換処理を行い、STEP-103に移行する。

[0099] データ処理部70は、STEP-103において、グリッド生成処理Aを開始し、STEP-201に移行する(図13参照)。そして、グリッド生成処理Aが終了するとSTEP-104に移行する。

[0100] データ処理部70は、STEP-104において、三次元地図更新処理Bを開始し、STEP-301に移行する(図14参照)。そして、三次元地図更新処理Bが終了するとSTEP-105に移行する。

[0101] データ処理部70は、STEP-105において、ラベリング処理Cを開始し、STEP-401に移行する(図15参照)。そして、ラベリング処理Cが終了するとSTEP-106に移行する。

[0102] データ処理部70は、STEP-106において、同一領域推定処理を行い、STEP-107に移行する。

[0103] データ処理部70は、STEP-107において、領域可視化処理を行い、STEP-108に移行する。

[0104] データ処理部70は、STEP-108において、三次元地図可視化処理を行い、可視化結果を出力する。可視化結果とは、三次元地図Mやカメラ画像情報等である。

[0105] 図13に示すように、データ処理部70は、STEP-201において、グリッド生成処理Aを開始し、補正された点群データPを重ね合わせて、STEP-202に移行する。

- [0106] データ処理部70は、STEP-202において、重ね合わせた点群データPを一定の大きさのグリッドgで分割し、STEP-203に移行する。
- [0107] データ処理部70は、STEP-203において、点データpが所定の数以上存在するグリッドgにより構成される領域であるとともに、前回の領域推定で出力された三次元地図において代表点prが存在しない領域を、新たに計測領域KAとなった領域として認識し、STEP-204に移行する。
- [0108] データ処理部70は、STEP-204において、新たに計測領域KAとなった領域を代表点prが設定される領域と定めて、STEP-205に移行する。
- [0109] データ処理部70は、STEP-205において、グリッドgを任意の間隔で水平の方向にスライスし、複数の層L1・L2・L3・・・を形成し、STEP-206に移行する。
- [0110] データ処理部70は、STEP-206において、各層のうち、点データpが存在し、かつ、最も標高が高い位置にある層L1の点データpの平均標高値Hを算出し、STEP-207に移行する。
- [0111] データ処理部70は、STEP-207において、グリッドgの重心位置を算出し、STEP-208に移行する。
- [0112] データ処理部70は、STEP-208において、算出した平均標高値Hにおけるグリッドgの重心位置をグリッドgの代表点prの位置として設定し、STEP-209に移行する。
- [0113] データ処理部70は、STEP-209において、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgで代表点prの設定が完了したか否かを判定する。

その結果、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgで代表点prの設定が完了した場合、グリッド生成処理Aを終了し、STEP-104に移行する。

一方、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgで代表点prの設定が完了していない場合、STEP-205に移

行して、代表点 p_r の設定が行われていないグリッド g に対して STEP-205 を行う。

[0114] 図14に示すように、データ処理部70は、STEP-301において、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点 p_{r1} と設定された代表点 p_{r2} を取得し、STEP-302に移行する。

[0115] データ処理部70は、STEP-302において、取得したグリッド g の代表点 p_r (代表点 p_{r1} と代表点 p_{r2}) 毎にグリッド g の大きさの面を生成し、計測領域 KA の三次元地図として出力して、三次元地図更新処理 B を終了し、STEP-105に移行する。

[0116] 図15に示すように、データ処理部70は、STEP-401において、新たに計測領域 KA となった領域を注目グリッド g_a が選択される領域と定めて、STEP-402に移行する。

[0117] データ処理部70は、STEP-402において、注目グリッド g_a の代表点 p_r の標高値とその4近傍にある各グリッド g の代表点 p_r の標高値との差を算出し、STEP-403に移行する。

[0118] データ処理部70は、STEP-403において、算出した標高値の差のいずれかが閾値以下か否かを判定する。尚、データ処理部70は、4近傍のグリッド g がない(注目グリッド g_a が三次元地図の左上にある)場合は、STEP-405に移行して注目グリッド g_a に1番のラベルを付与する。

その結果、データ処理部70は、算出した標高値の差のいずれかが閾値以下である場合、STEP-404に移行する。

一方、データ処理部70は、算出した標高値の差が全て閾値よりも大きい場合、STEP-405に移行する。

[0119] データ処理部70は、STEP-404において、標高値の差が閾値以下のグリッド g の中で最も番号が小さいラベルを注目グリッド g_a に付与し、STEP-406に移行する。

[0120] データ処理部70は、STEP-405において、注目グリッド g_a に新たなラベルを付与し、STEP-406に移行する。

[0121] データ処理部70は、STEP-406において、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了したか否かを判定する。

その結果、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了した場合、STEP-407に移行する。

一方、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了していない場合、STEP-402に移行し、注目グリッドgaの右隣または次の行のグリッドgを次の注目グリッドgaとしてSTEP-402を行う。

[0122] データ処理部70は、STEP-407において、注目グリッドgaの代表点prの標高値とその4近傍にある各グリッドgの代表点prの標高値との差を算出し、STEP-408に移行する。

[0123] データ処理部70は、STEP-408において、注目グリッドgaの4近傍のグリッドgに、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されているか否かを判定する。

その結果、データ処理部70は、注目グリッドgaの4近傍のグリッドgに、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されている場合、STEP-409に移行する。

一方、データ処理部70は、注目グリッドgaの4近傍のグリッドgに、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されていない場合、STEP-410に移行する。

[0124] データ処理部70は、STEP-409において、標高値の差が閾値以下で、かつ、注目グリッドgaと異なるラベルが付与されているグリッドgのラベルを注目グリッドgaのラベルで上書きし、STEP-410に移行する。

[0125] データ処理部70は、STEP-410において、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が

完了したか否かを判定する。

その結果、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が完了した場合、STEP-411に移行する。

一方、データ処理部70は、新たに計測領域KAとなった領域の全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が完了していない場合、STEP-407に移行し、注目グリッドgaの右隣または次の行のグリッドgを次の注目グリッドgaとしてSTEP-407を行う。

[0126] データ処理部70は、STEP-411において、グリッドgにラベルが付与された三次元地図を出力して、ラベリング処理C処理を終了し、STEP-106に移行する。

[0127] 以下に、荷物Wの搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲について、最新の点群データに基づいて生成されたガイド情報を表示するクレーン1について説明する。

[0128] 図16に示すように、制御装置18は、荷物Wの搬送開始位置Paおよび搬送終了位置Pbを含む所定の範囲Naについて、最新の点群データPに基づく代表点prを取得する。具体的には、まず、制御装置18は、グリッド生成処理A（STEP-103）において、荷物Wの搬送開始位置Paおよび搬送終了位置Pbを取得する。荷物Wの搬送開始位置Paは、作業領域SAにおける搬送の始点となる荷物Wの位置であり、手動の入力によって設定されている。荷物Wの搬送終了位置Pbは、作業領域SAにおける搬送の終点となる荷物Wの位置であり、手動の入力によって設定されている。所定の範囲Naは、荷物Wの大きさに応じて設定されており、例えば、荷物Wの搬送開始位置Paおよび搬送終了位置Pbを中心として、縦横が5グリッドの長さの正方形の範囲としている。制御装置18は、所定の範囲Naに点群データPがある場合、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとにおけるグリッドgの代表点prを設定する（図16A下図参照）。尚、制御装置18は、所定の範囲Naに点群データPがない場合、新たに計測領域K

Aとなった領域における代表点 p_r を設定する。

[0129] 次に、制御装置 18 は、三次元地図更新処理 B (STEP-104) において、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点 p_{r1} と設定したグリッド g 毎の代表点 p_{r2} とを用いて三次元地図を更新する。図 16A 上図は、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点 p_{r1} のみを示した図である。図 16A 下図は、設定したグリッド g 毎の代表点 p_{r2} のみを示した図である。図 16B に示すように、制御装置 18 は、代表点 p_{r1} と代表点 p_{r2} とをグリッド g 毎に取得する。制御装置 18 は、同一のグリッド g 内に代表点 p_r が複数ある場合（代表点 p_{r1} と代表点 p_{r2} とがある場合）、代表点 p_{r1} を削除する。制御装置 18 は、削除後の全ての代表点 p_r 毎にグリッド g の大きさの面を生成し、計測領域 K_A の三次元地図として出力する。

[0130] 図 17 に示すように、制御装置 18 は、ラベリング処理 C (STEP-105) において、所定の範囲 N_a に点群データ P がある場合、新たに計測領域 K_A となった領域と所定の範囲 N_a との中から順番に注目グリッド g_a を選択し、ラベルの付与およびラベルの上書きを行う。注目グリッド g_a が選択される順番は、新たに計測領域 K_A となった領域と所定の範囲 N_a とにおいて、左上を起点に左端から右に、右端に到達すると一つ下の段の左端から右に選択される。尚、制御装置 18 は、所定の範囲 N_a に点群データ P がいない場合、新たに計測領域 K_A となった領域から注目グリッド g_a を選択し、ラベルの付与およびラベルの上書きを行う。

[0131] 以下に、計測領域表示システム 50 の制御態様について具体的に説明する。

[0132] 図 18 に示すように、制御装置 18 は、STEP-210 において、荷物 W の搬送開始位置 P_a および搬送終了位置 P_b を取得し、STEP-201 に移行する。

[0133] 制御装置 18 は、STEP-211 において、荷物 W の搬送開始位置 P_a および搬送終了位置 P_b を含む所定の範囲 N_a を認識し、STEP-212

に移行する。

[0134] 制御装置 18 は、STEP-212 において、所定の範囲 Na に点群データ P があるか否かを判定する。

その結果、制御装置 18 は、所定の範囲 Na に点群データ P がない場合、STEP-204 に移行する。

一方、制御装置 18 は、所定の範囲 Na に点群データ P がある場合、STEP-213 に移行する。

[0135] 制御装置 18 は、STEP-213 において、新たに計測領域 KA となった領域と所定の範囲 Na とを代表点 pr が設定される領域と定めて、STEP-205 に移行する。

[0136] 制御装置 18 は、STEP-214 において、新たに計測領域 KA となった領域と所定の範囲 Na との全てのグリッド g で代表点 pr の設定が完了したか否かを判定する。

その結果、制御装置 18 は、新たに計測領域 KA となった領域と所定の範囲 Na との全てのグリッド g で代表点 pr の設定が完了した場合、グリッド生成処理 A を終了し、STEP-104 に移行する。

一方、制御装置 18 は、新たに計測領域 KA となった領域と所定の範囲 Na との全てのグリッド g で代表点 pr の設定が完了していない場合、STEP-205 に移行して、代表点 pr の設定が行われていないグリッド g に対して STEP-205 を行う。

[0137] 図 19 に示すように、制御装置 18 は、STEP-303 において、同一のグリッド g 内に複数の代表点 pr が存在するか否かを判定する。

その結果、制御装置 18 は、同一のグリッド g 内に複数の代表点 pr が存在する場合、STEP-304 に移行する。

一方、制御装置 18 は、同一のグリッド g 内に複数の代表点 pr が存在しない場合、STEP-302 に移行する。

[0138] 制御装置 18 は、STEP-304 において、前回の領域推定で出力された三次元地図の代表点 pr1 を削除し、STEP-302 に移行する。

[0139] 図20に示すように、制御装置18は、STEP-412において、所定の範囲Naに点群データPがあるか否かを判定する。

その結果、制御装置18は、所定の範囲Naに点群データPがない場合、STEP-401に移行する。

一方、制御装置18は、所定の範囲Naに点群データPがある場合、STEP-413に移行する。

[0140] 制御装置18は、STEP-413において、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとを注目グリッドgaが選択される領域と定めて、STEP-402に移行する。

[0141] 制御装置18は、STEP-414において、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了したか否かを判定する。

その結果、制御装置18は、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了した場合、STEP-407に移行する。

一方、制御装置18は、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してラベルの付与が完了していない場合、STEP-402に移行し、注目グリッドgaの右隣または次の行のグリッドgを次の注目グリッドgaとしてSTEP-402を行う。

[0142] 制御装置18は、STEP-415において、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が完了した否かを判定する。

その結果、制御装置18は、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が完了した場合、STEP-411に移行する。

一方、制御装置18は、新たに計測領域KAとなった領域と所定の範囲Naとの全てのグリッドgに対してSTEP-407、408の処理が完了していない場合、STEP-407に移行し、注目グリッドgaの右隣または

次の行のグリッド g を次の注目グリッド g_a として STEP-407 を行う。
。

[0143] このようなクレーン 1 は、荷物 W の搬送開始位置 P_a および搬送終了位置 P_b を含む所定の範囲 N_a のグリッド g で、最新の点群データ P に基づいて重心位置と平均標高値 H との算出、および隣接するグリッド g 間の標高値の差が閾値以下か否かの判定が行われる。これにより、荷物 W の搬送開始位置 P_a および搬送終了位置 P_b を含む所定の範囲 N_a について、最新の点群データ P に基づいて生成されたガイド情報を表示できるとともに、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。

[0144] 以下に、ブーム 9 の撓み、または、ブーム 9 の振動によるレーザスキャナ 62 の位置の変動を考慮して、レーザスキャナ 62 のレーザ照射時の位置毎の点群データ P を重ね合わせるクレーン 1 について説明する。

[0145] 制御装置 18 は、レーザスキャナ 62 の位置の変動を考慮して、レーザスキャナ 62 のレーザ照射時の位置毎の点群データ P を重ね合わせる。具体的には、まず、制御装置 18 は、第二 GNSS 受信機 64b によって旋回台 7 の旋回中心の位置を取得する。そして、制御装置 18 は、旋回用センサ 27、伸縮用センサ 28、起伏用センサ 29、モーメントセンサ 31 によって検出される旋回位置、ブーム長さ、起伏角度、ブーム 9 に作用するモーメントを取得する。制御装置 18 は、取得した旋回台 7 の旋回中心の位置、旋回位置、ブーム長さ、起伏角度、ブーム 9 に作用するモーメントに基づいてブーム 9 の撓みや振れを考慮したレーザスキャナ 62 の位置データ R と方位データ K とを算出する。制御装置 18 は、算出した位置データ R および方位データ K を用いて時刻対応処理 (STEP-101)、剛体変換処理 (STEP-102)、グリッド生成処理 A (STEP-103) を行う。制御装置 18 は、レーザスキャナ 62 の位置の変動を考慮して、傾き、位置、向きが補正された点群データ P を重ね合わせる。

[0146] このようなクレーン 1 は、ブーム 9 の撓みや振動が発生したときの点群デ

ータPと、過去の点群データPと、が適切に重ね合わせられる。これにより、ガイド情報を生成する範囲が広がっても計算量の増加を抑制してガイド情報を表示できる。

[0147] 上述の実施形態は、代表的な形態を示したに過ぎず、一実施形態の骨子を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。さらに種々なる形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

[0148] 本発明は、領域推定方法、計測領域表示システムおよびクレーンに利用可能である。

符号の説明

[0149]

1	クレーン
6 2	レーザスキャナ
7 0	データ処理部
g	グリッド
K A	計測領域
H	平均標高値
P	点群データ
p r	代表点

請求の範囲

[請求項1]

レーザスキャナによって、計測領域にレーザを照射して点群データを取得し、前記点群データから照射点の標高値を算出する点群データ取得工程と、

前記点群データを演算処理するデータ処理手段によって、

前記計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点が設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定するグリッド生成処理工程と、

これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一のグリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定する連続領域判定工程と、

を備え、

前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データ取得工程と前記グリッド生成処理工程と前記連続領域判定工程とを所定の時間毎に行う、ことを特徴とする領域推定方法。

[請求項2]

計測領域にレーザを照射して点群データを取得するレーザスキャナを備えたデータ取得部と、

取得した点群データを演算処理するデータ処理部と、

データ表示部と、を備え、

前記データ処理部は、

前記データ取得部から前記点群データを取得し、前記点群データから照射点の標高値を算出し、

前記計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点が設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値におけ

る前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、

これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一の前記グリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一の前記グリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定し、

前記設定された連続領域をそれぞれ区別して前記データ表示部に表示し、

前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データの取得から前記設定された連続領域の表示までを所定の時間毎に行う、ことを特徴とする計測領域表示システム。

[請求項3]

旋回台と、

前記旋回台に設けられるブームと、

前記ブームに取り付けられ、点群データを取得するレーザスキャナと、

取得した点群データを演算処理する制御装置と、

表示装置と、を備えるクレーンにおいて、

前記旋回台の旋回操作と、前記ブームの伸縮操作と起伏操作と、に伴って前記レーザスキャナを移動させながらレーザを照射させることで、前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置毎の点群データを取得し、

前記制御装置は、

前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置毎の前記点群データを取得し、前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置とその姿勢とに基づいてレーザ照射時の位置毎の前記点群データを重ね合わせ、照射点の標高値を算出し、

前記レーザスキャナの計測領域を複数のグリッドに分割し、これまでに代表点が設定されていないグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記

平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、

これまでに判定が行われていない複数のグリッドで一グリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定し、

前記設定された連続領域をそれぞれ区別して前記表示装置に表示し、

前記レーザスキャナがレーザを照射する範囲を移動させつつ、前記点群データの取得から前記設定された連続領域の表示までを所定の時間毎に行う、ことを特徴とするクレーン。

[請求項4]

荷物の搬送開始位置および搬送終了位置の情報を取得し、

前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲で、照射点の標高値を算出する毎に、

前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲におけるグリッド毎に、当該グリッドの重心位置と当該グリッド内の前記点群データの平均標高値とを算出し、前記平均標高値における前記重心位置を前記グリッド毎の代表点の位置として設定し、

前記荷物の搬送開始位置および搬送終了位置を含む所定の範囲における複数のグリッドで一グリッドの代表点と隣接する他のグリッドの代表点との標高値の差が閾値以下であると判定された場合、前記一のグリッドと前記他のグリッドとが連続する領域である連続領域として設定する、ことを特徴とする請求項3に記載のクレーン。

[請求項5]

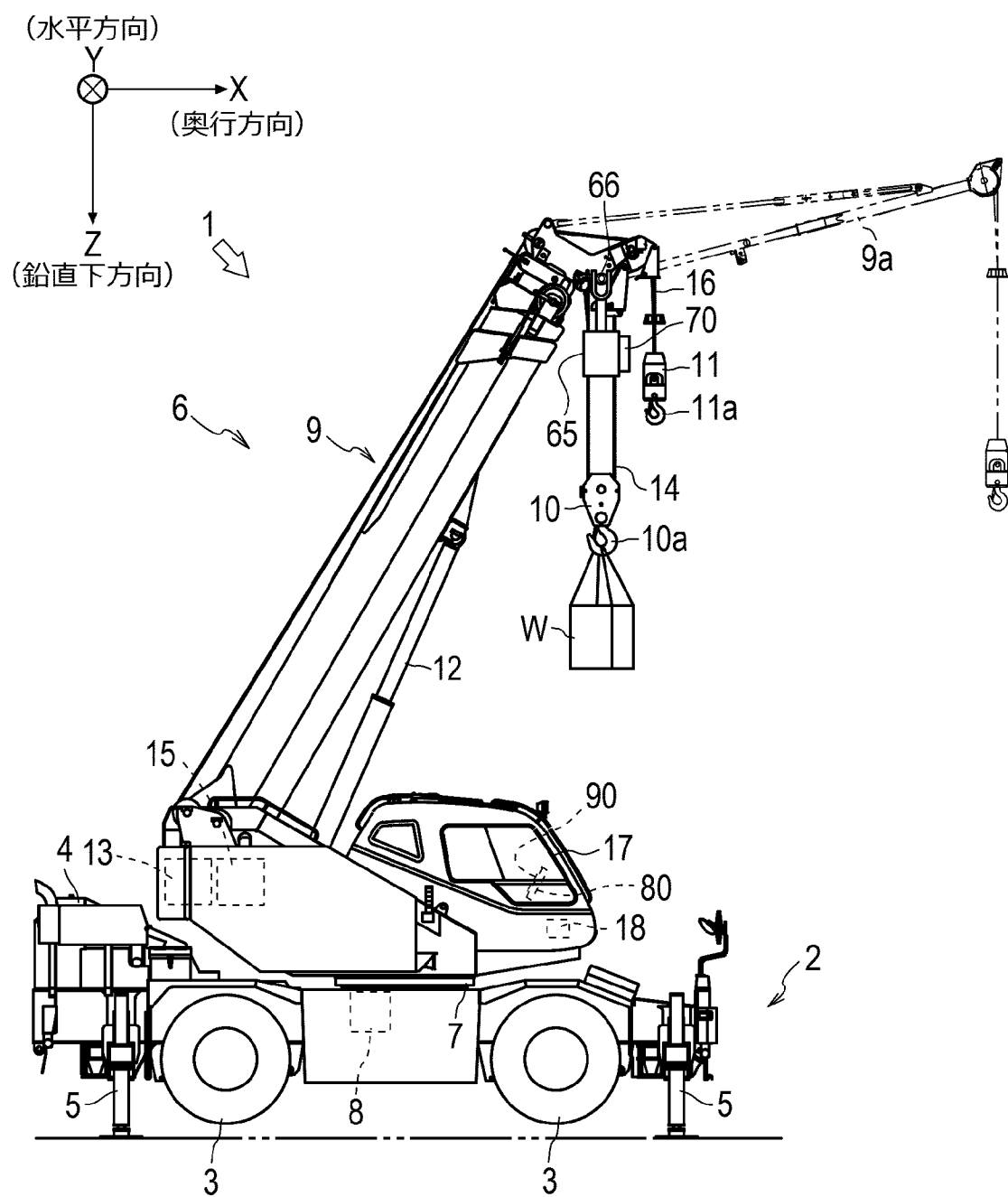
前記ブームの撓み、または、前記ブームの振動の検出手段を備え、

前記ブームの撓み、または、前記ブームの振動による前記レーザスキャナの位置の変動を前記検出手段によって検出し、

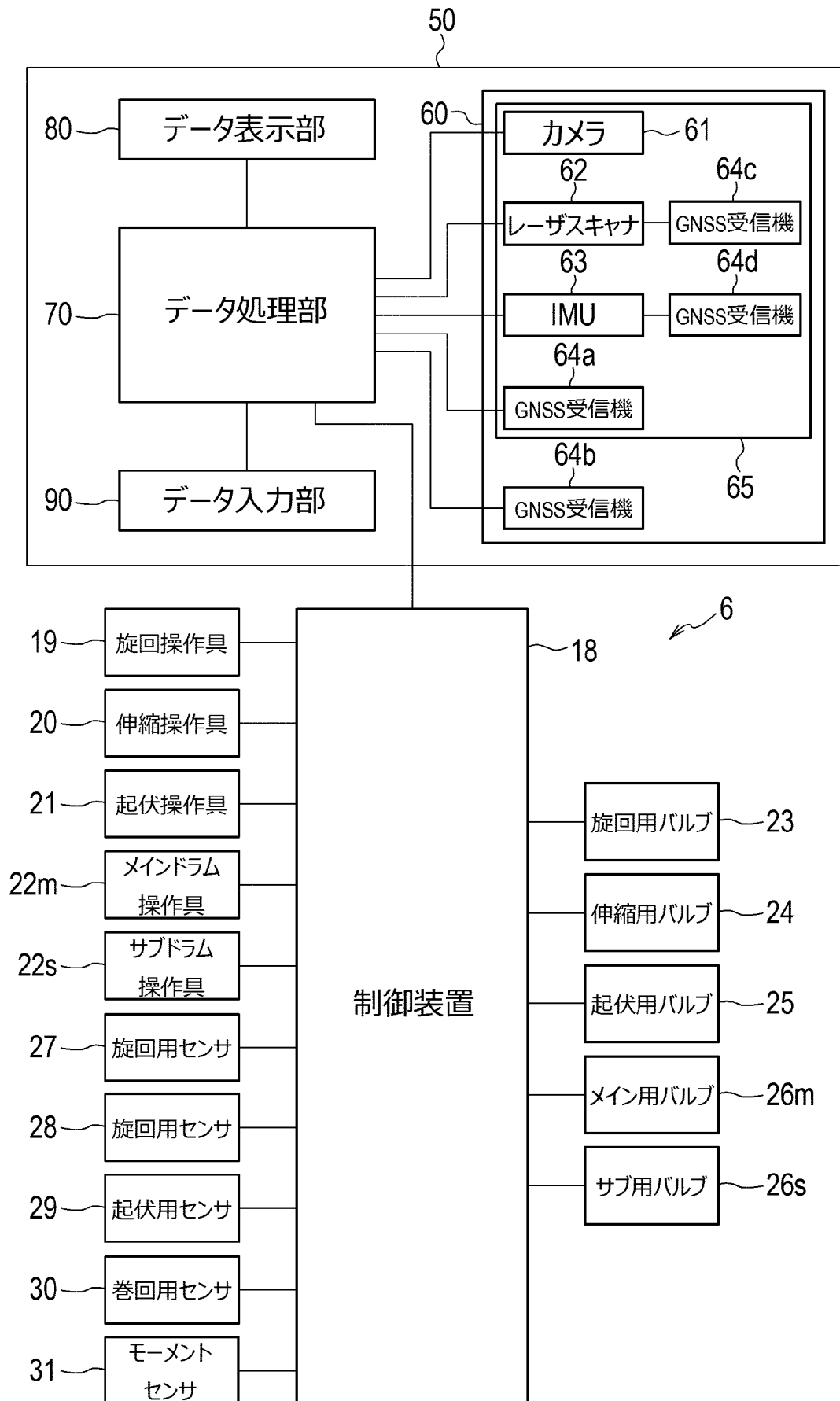
前記検出したレーザスキャナの位置の変動を考慮した前記レーザスキャナのレーザ照射時の位置とその姿勢とに基づいてレーザ照射時の

位置毎の前記点群データを重ね合わせる、ことを特徴とする請求項 3
または請求項 4 に記載のクレーン。

[図1]



[図2]



[図3]

図3A

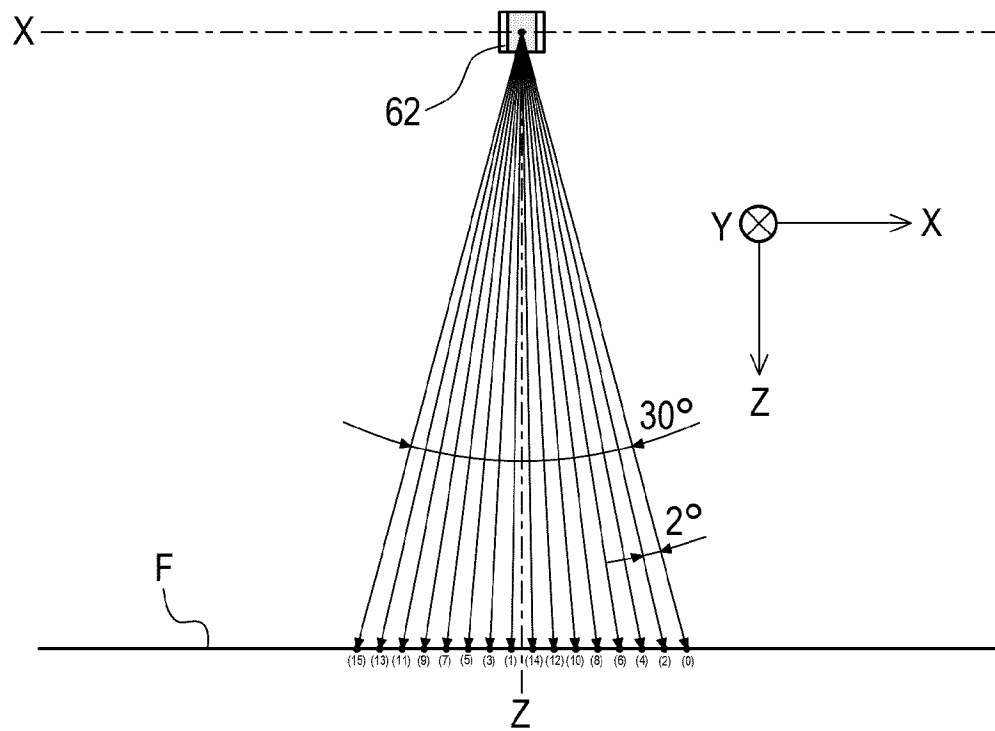
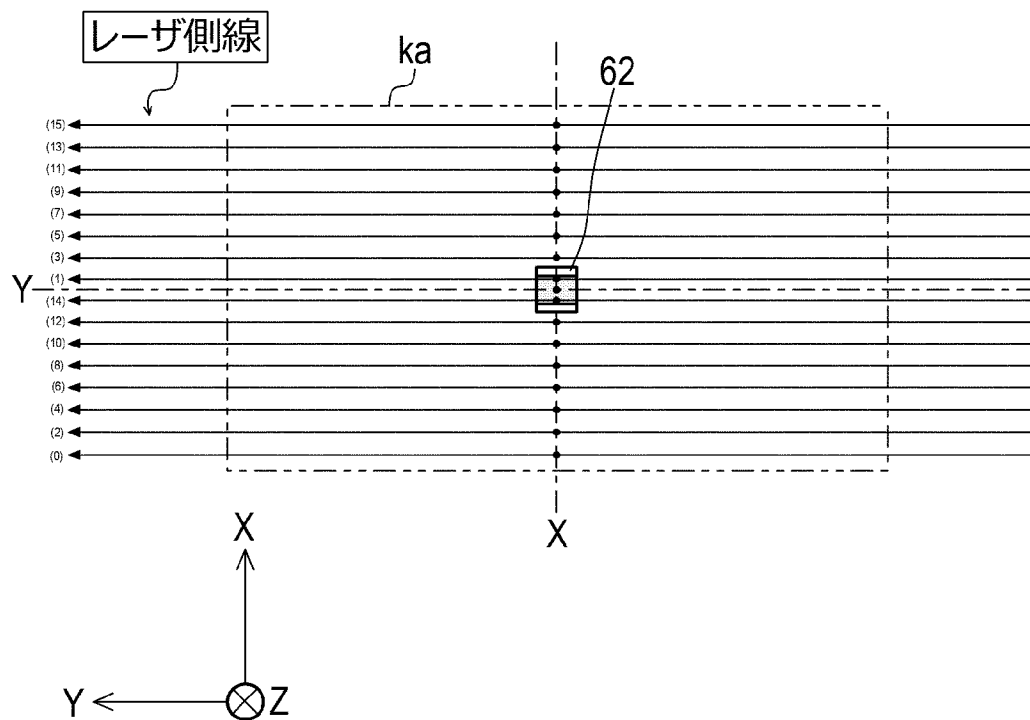
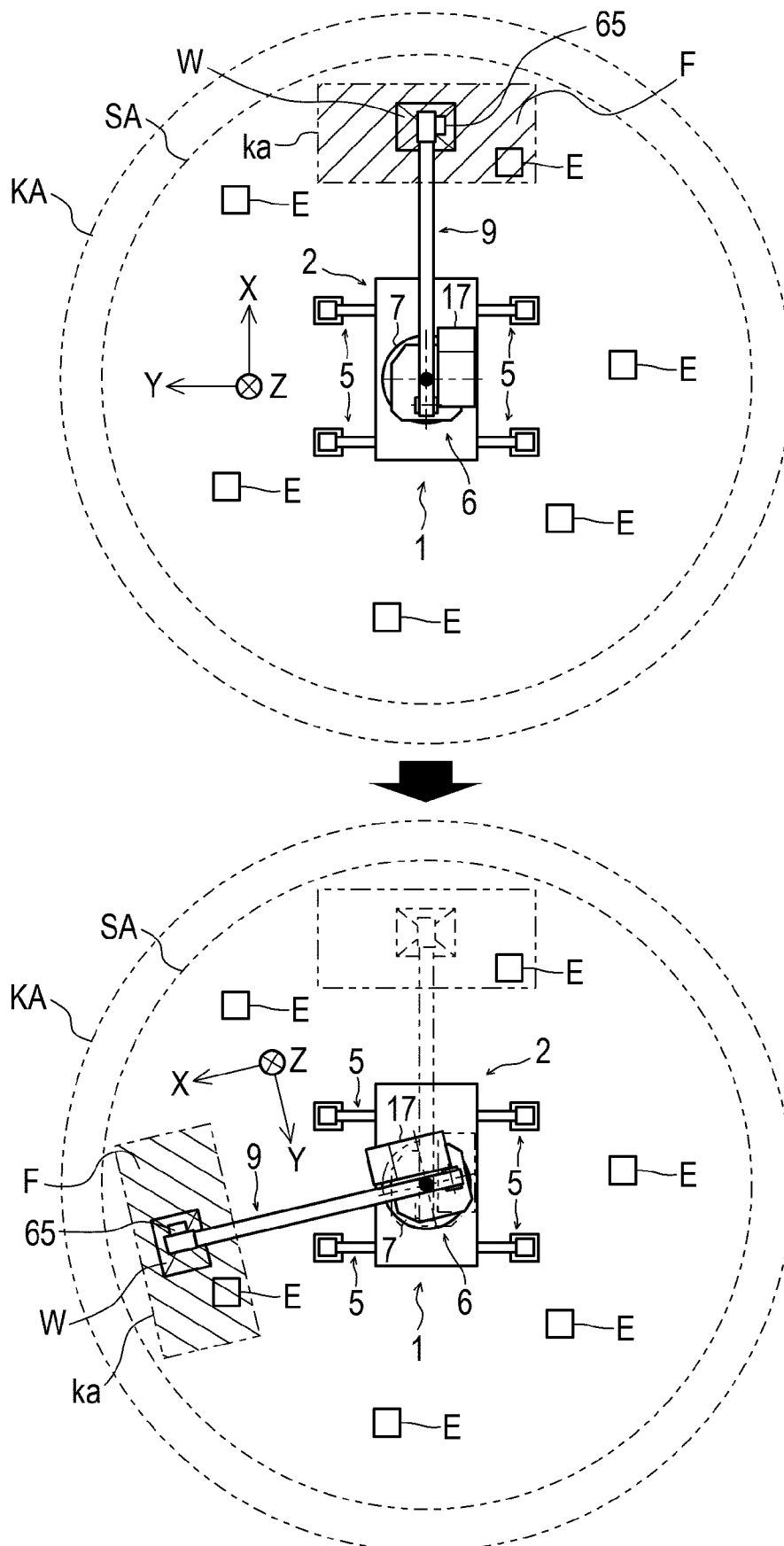


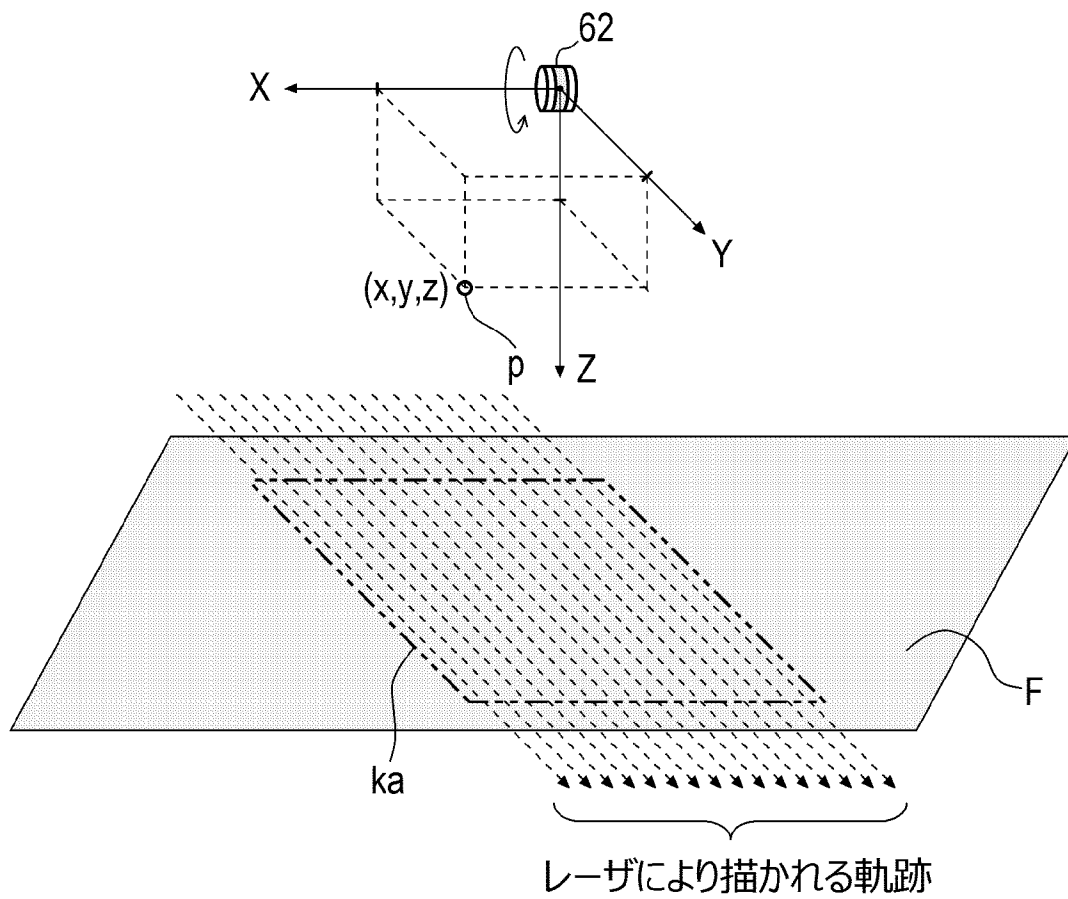
図3B



[図4]



[図5]



[図6]

図6A

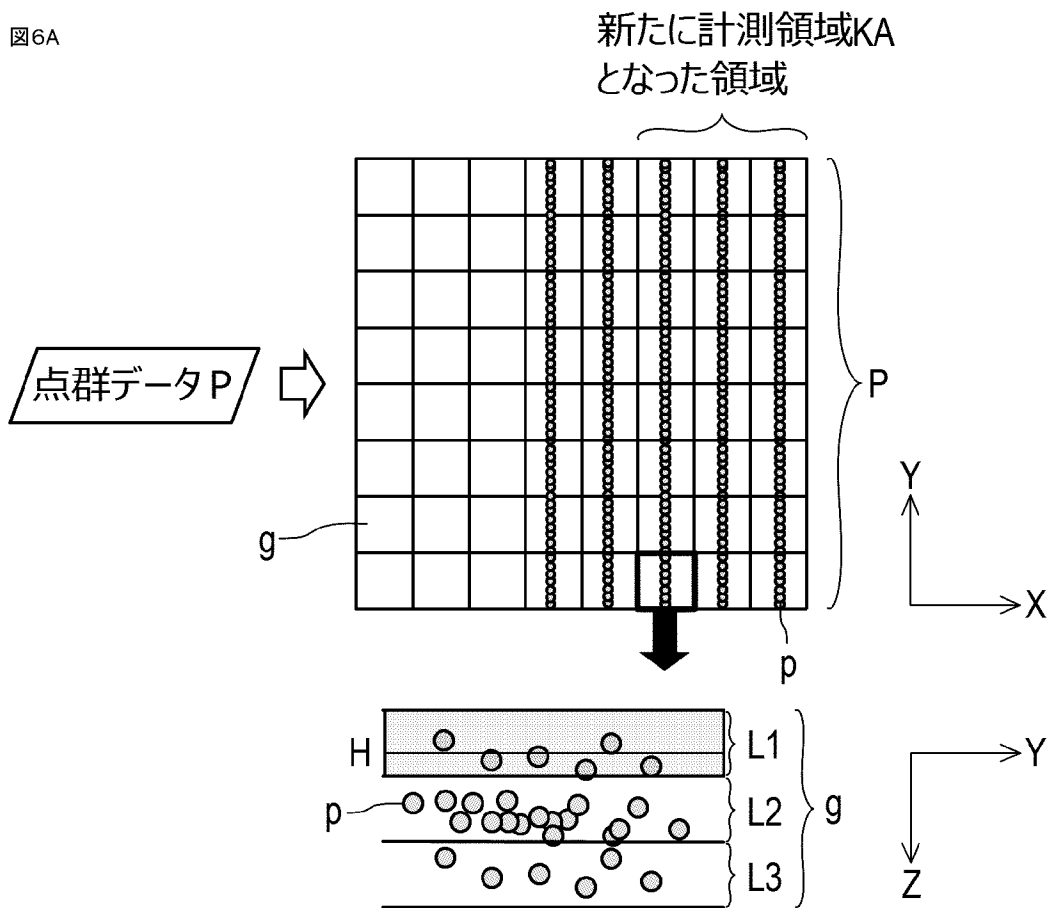
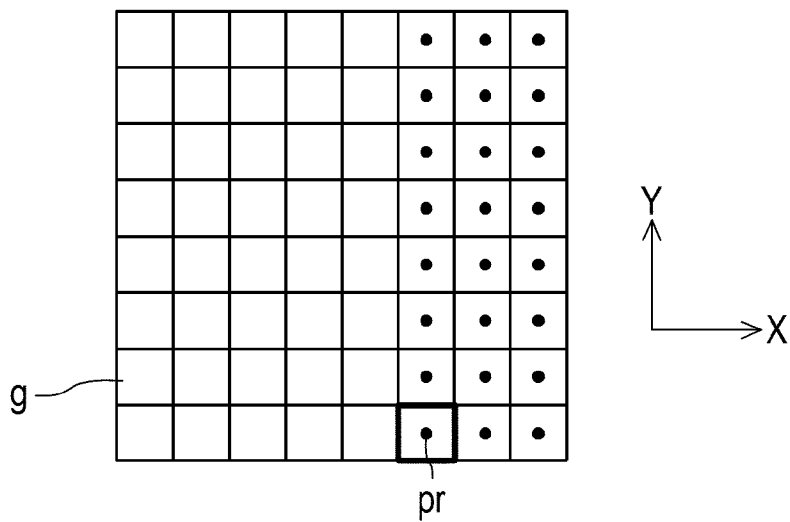


図6B



[図7]

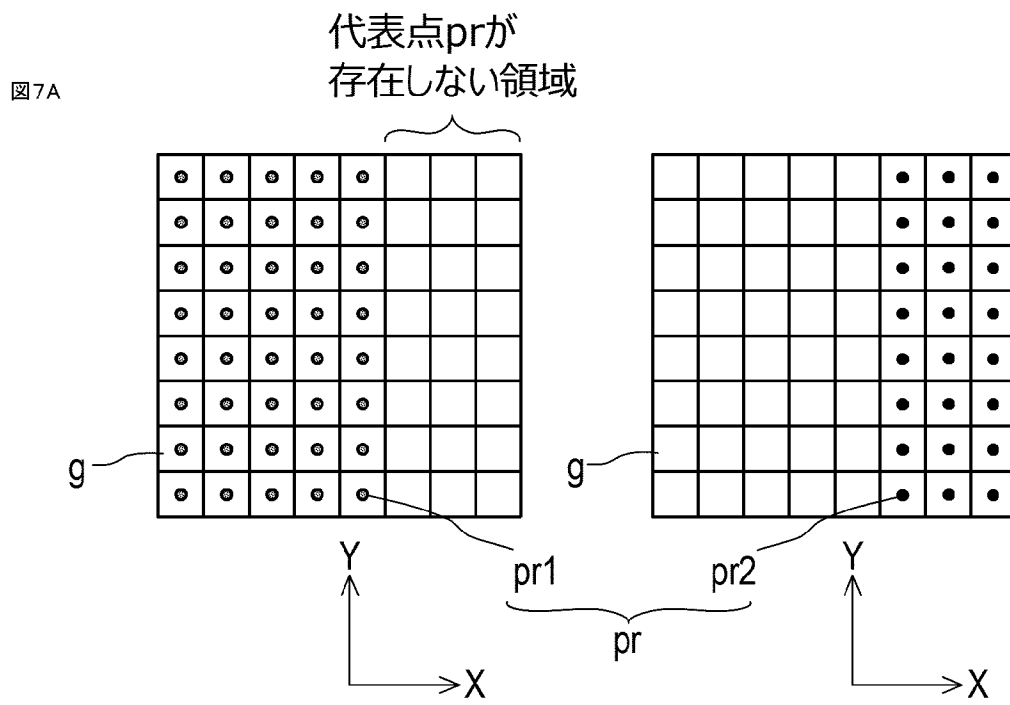
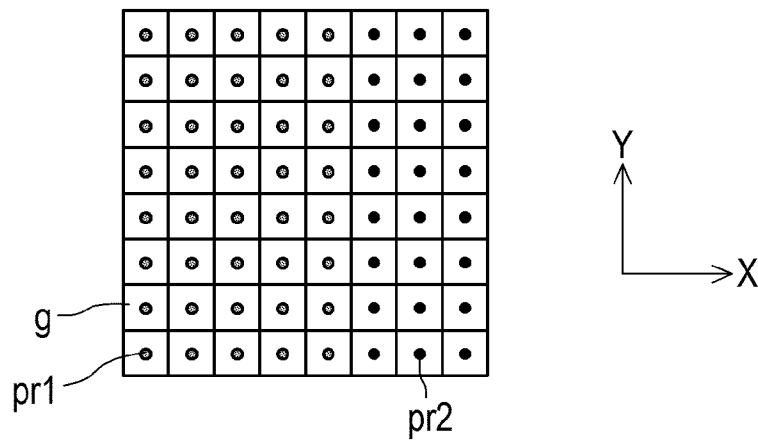
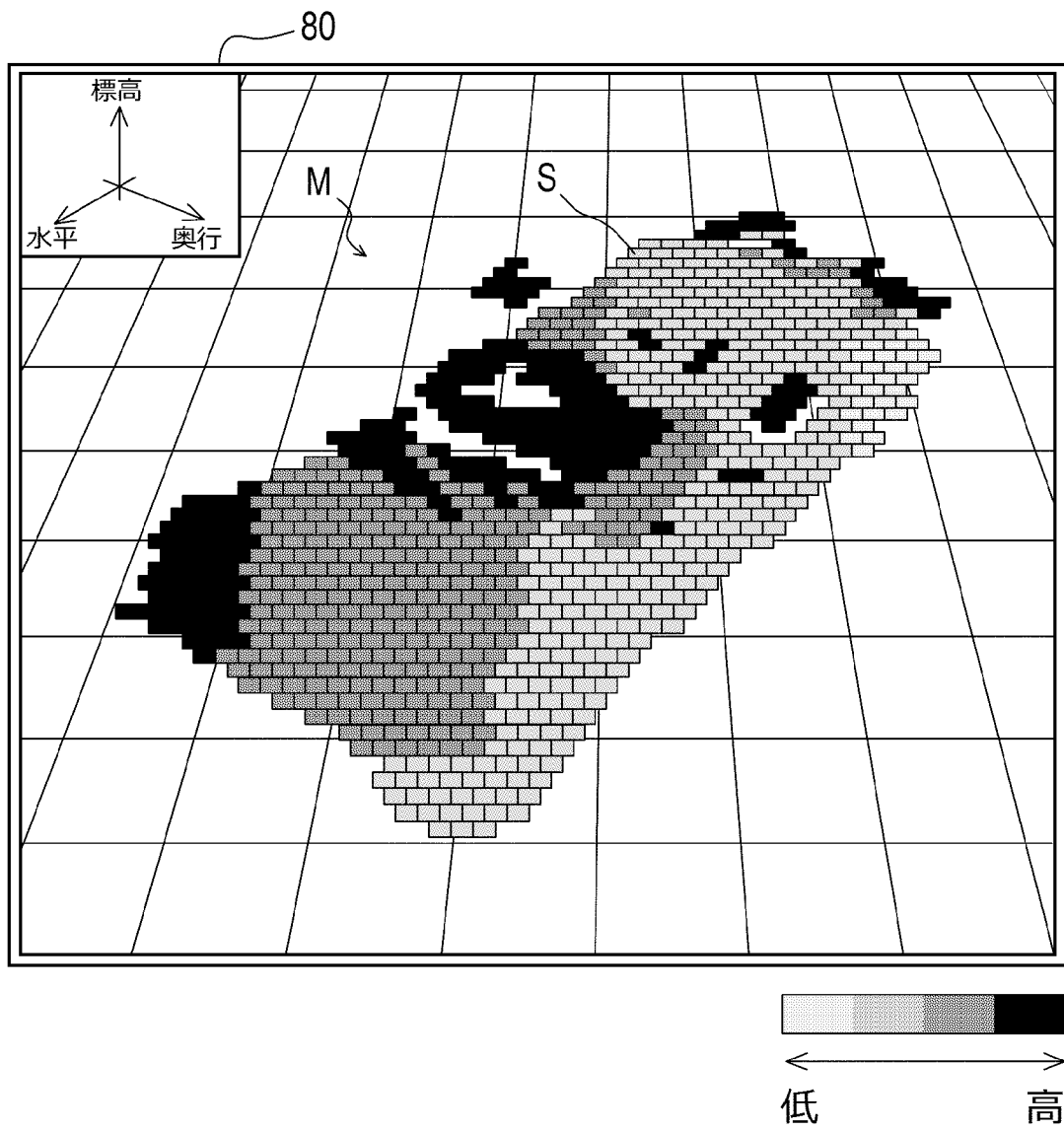


図7B



[図8]



[図9]

図9A

単位:m

①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	① _{0.5}	0.5	0.5	0.4
①	②	②	①	①	③	①	④	④	④	④	①	①	① _{0.5}	1.1	1.1	2.6
①	②	②	③	③	③	①	④	⑥	⑥	④	①	①	① _{0.6}	2.6	2.6	2.5
①	①	①	②	②	①	①	④	④	④	④	①	①	① _{0.2}	0.2	0.1	0.1

新たに計測領域KA
となった領域

図9B

①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	②	②	①	①	③	①	④	④	④	④	①	①	①	⑦	1.1	2.6
①	②	②	③	③	③	①	④	⑥	⑥	④	①	①	①	⑦	2.6	2.5
①	①	①	②	②	①	①	④	④	④	④	①	①	①	⑦	0.2	0.1

図9C

①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	②	②	①	①	③	①	④	④	④	④	①	①	⑦	⑦	⑧	⑧
①	②	②	③	③	③	①	④	⑥	⑥	④	①	①	⑨	⑧	⑧	⑧
①	①	①	②	②	①	①	④	④	④	④	①	①	①	①	①	①

図9D

①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	②	②	①	①	③	①	④	④	④	④	①	①	⑦	⑦	⑧	⑧
①	②	②	③	③	③	①	④	⑥	⑥	④	①	①	⑨	⑧	⑧	⑧
①	①	①	②	②	①	①	④	④	④	④	①	①	①	①	①	①

図9E

①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	②	②	①	①	③	①	④	④	④	④	①	①	⑦	⑦	⑧	⑧
①	②	②	③	③	③	①	④	⑥	⑥	④	①	①	⑧	⑧	⑧	⑧
①	①	①	②	②	①	①	④	④	④	④	①	①	①	①	①	①

⑧に上書き ga

[図10]

図10A

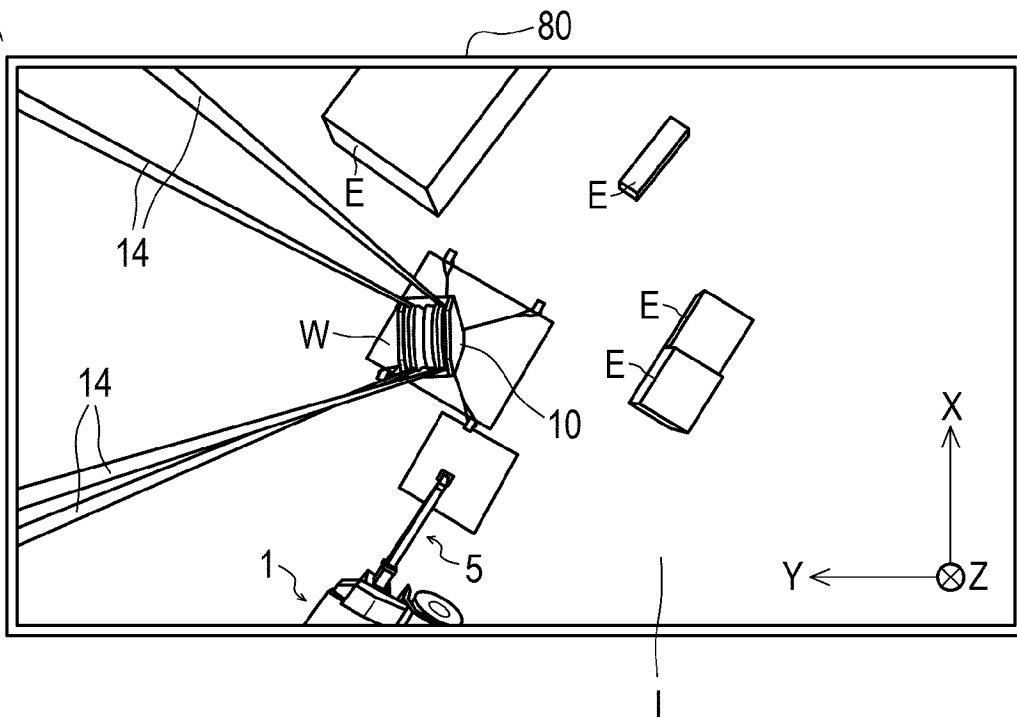
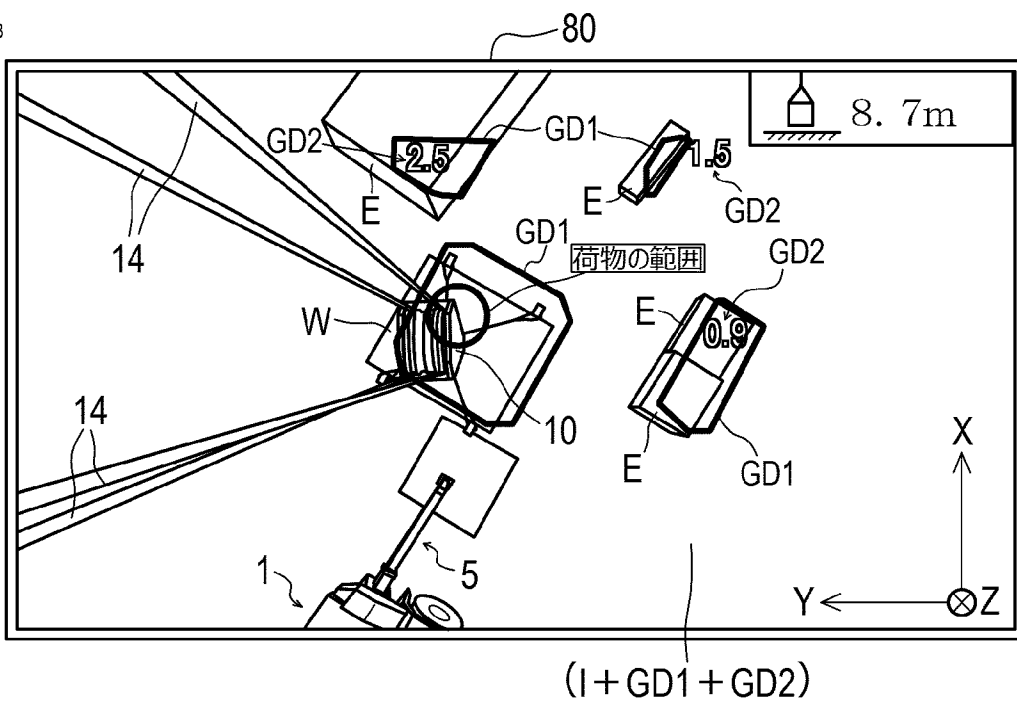
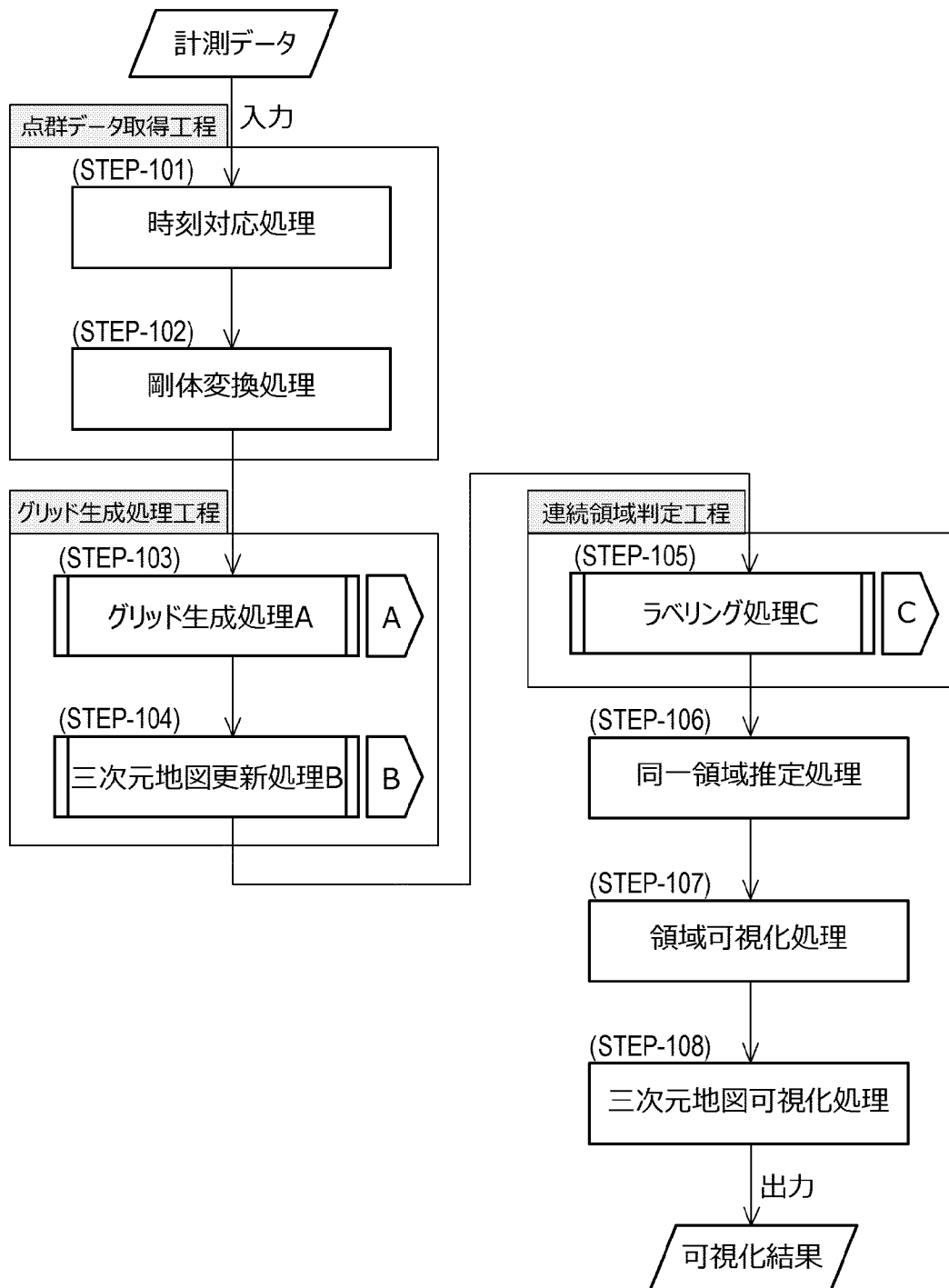


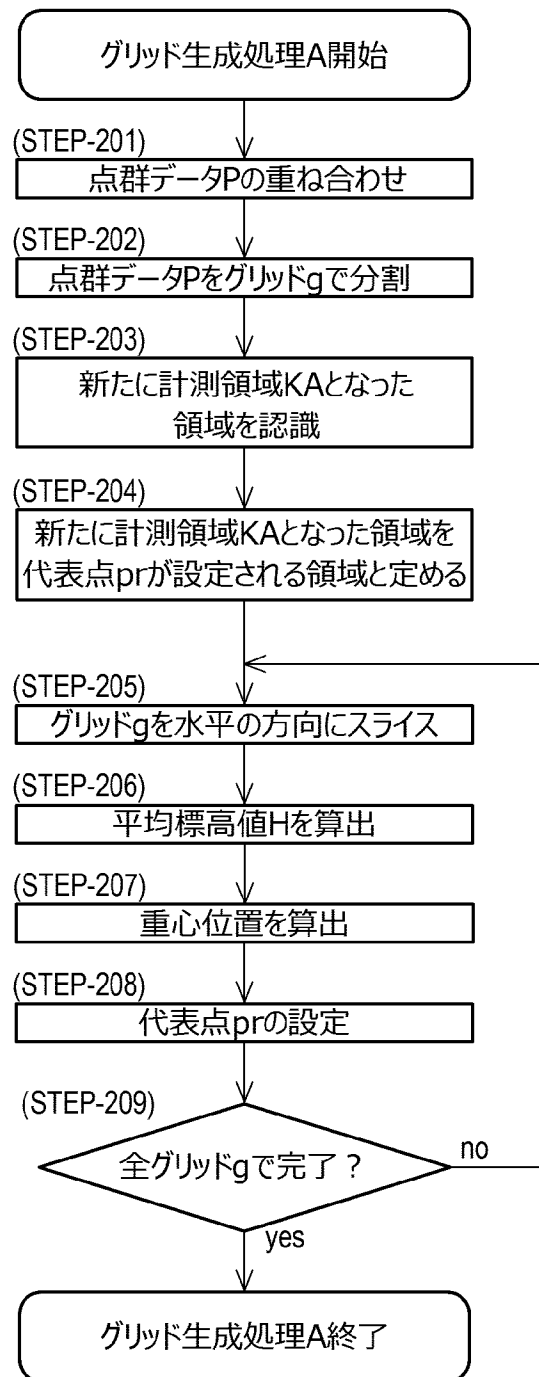
図10B



[図12]



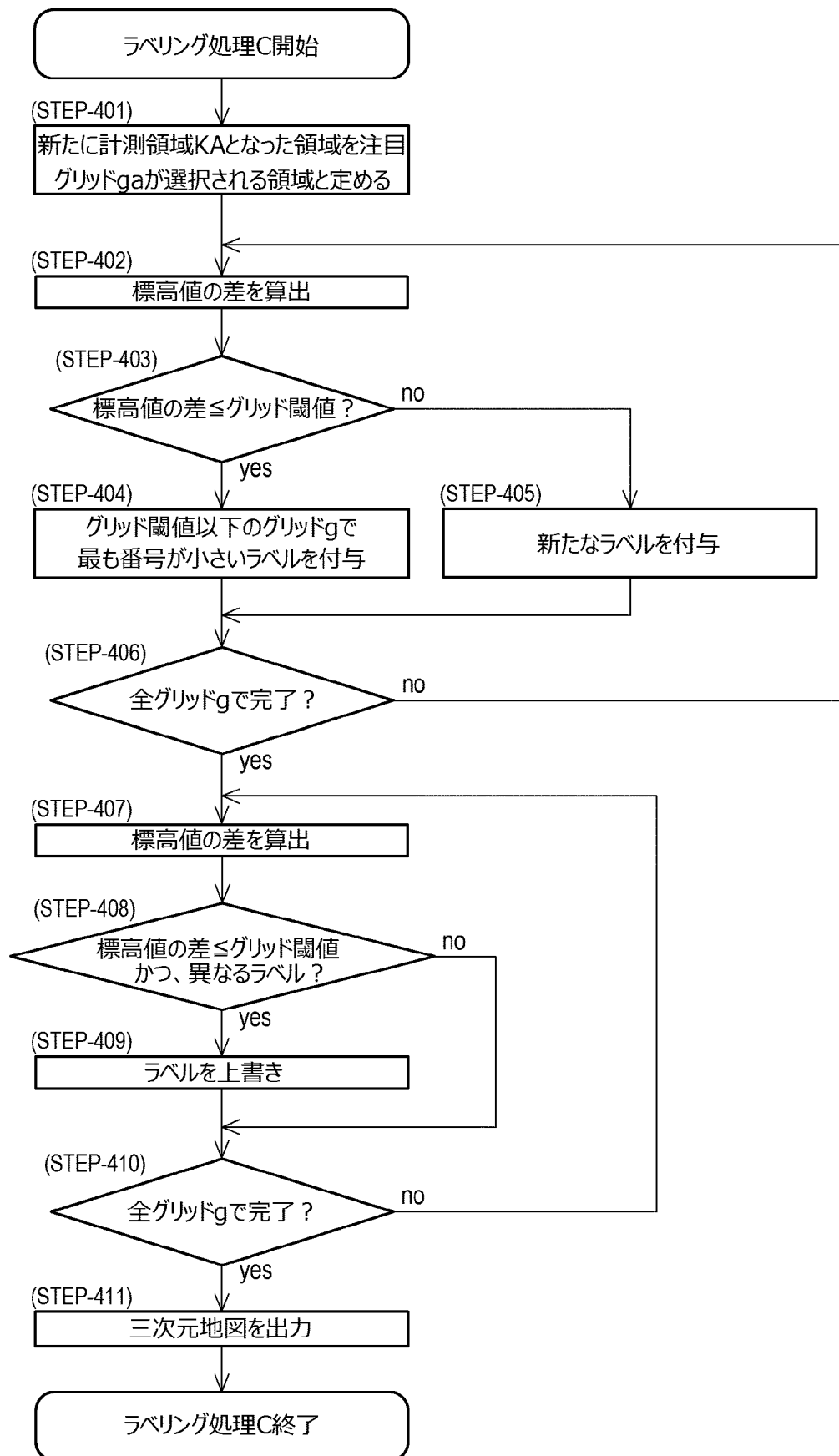
[図13]



[図14]



[図15]



[図16]

図16A

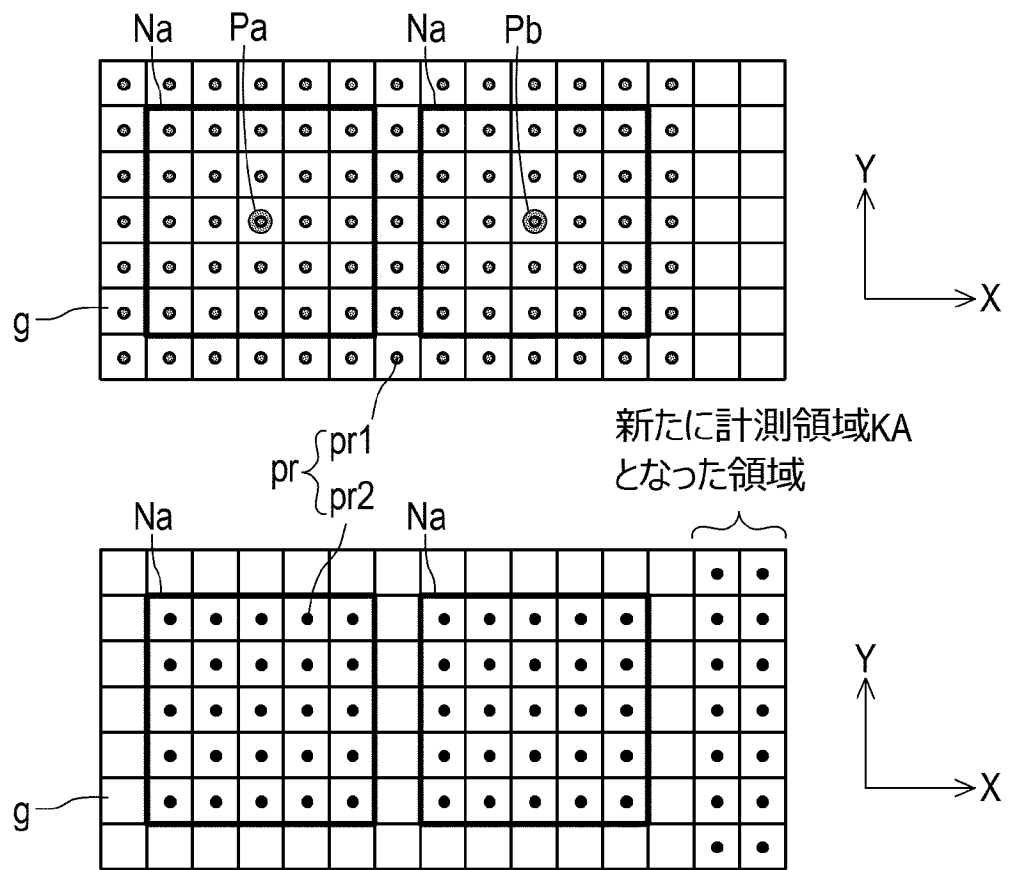
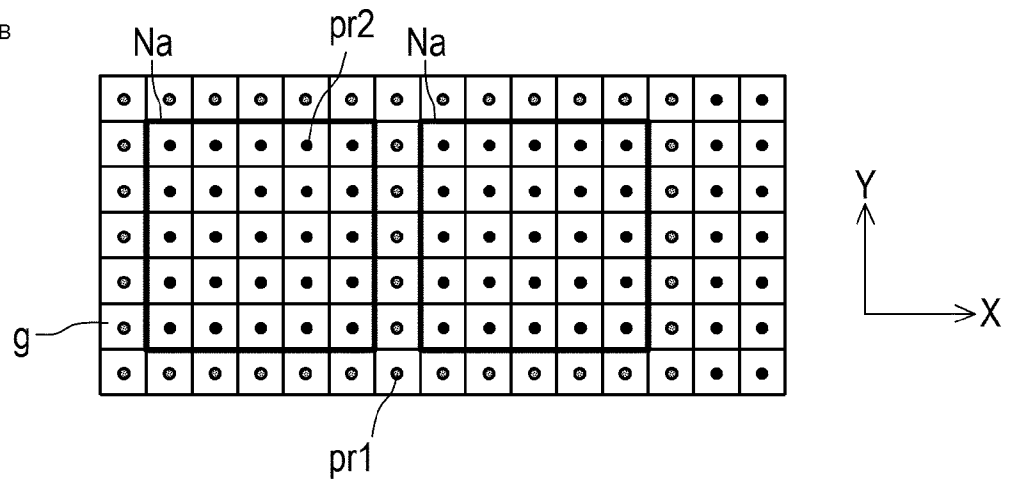


図16B



[図17]

図17A

Na								Na				g		単位:m	
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	②	②	1.0	0.0	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0

ga

図17B

Na								Na				g		単位:m	
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0

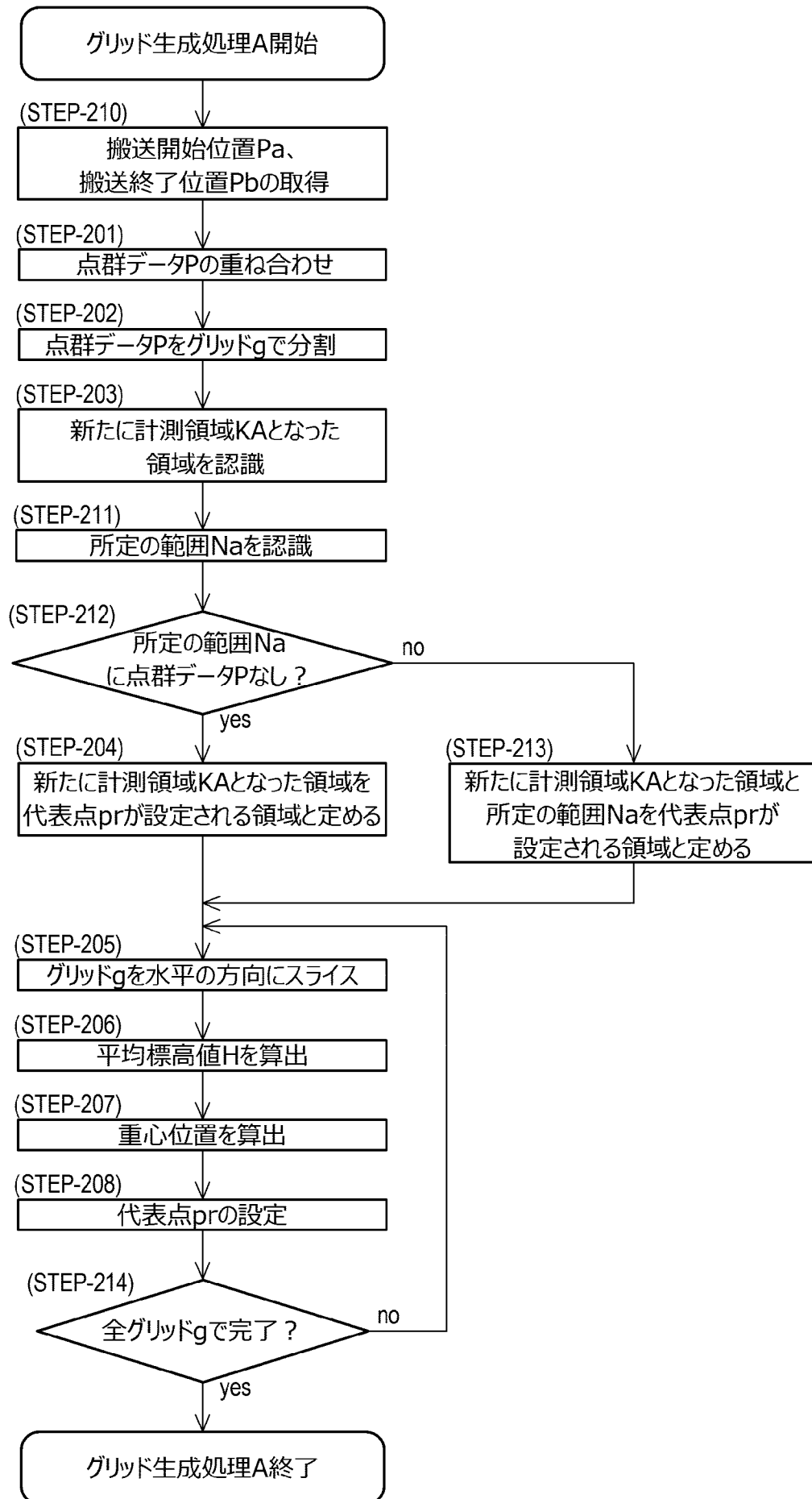
ga

図17C

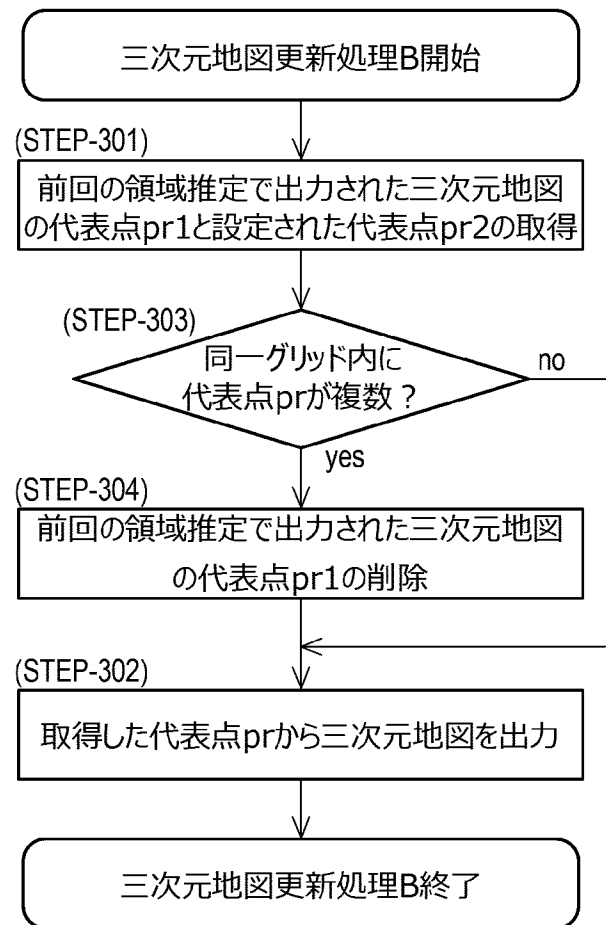
Na								Na				g		単位:m	
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①
①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	②	②	②	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	0.0	0.0

ga

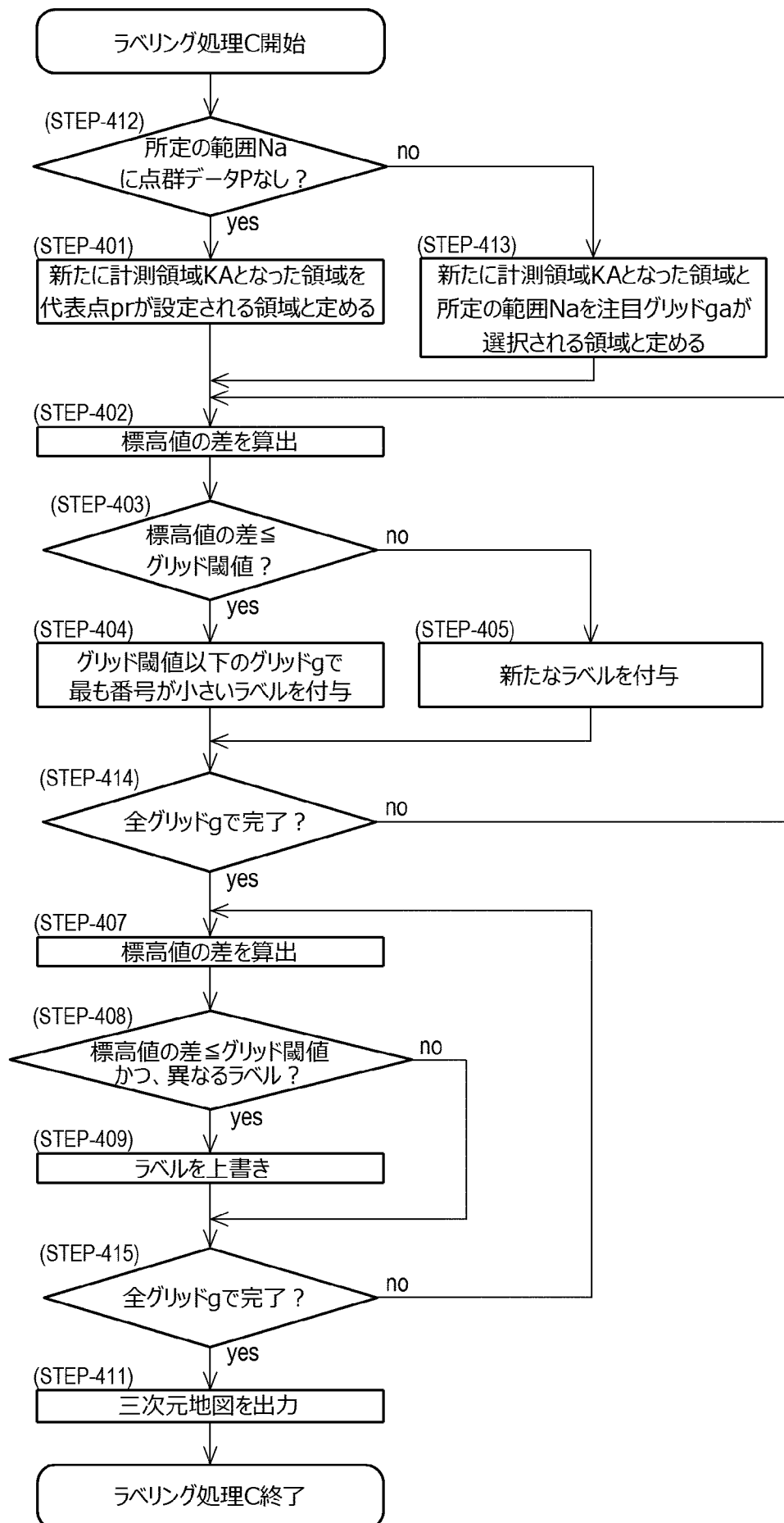
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/048135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C7/02(2006.01)i, B66C13/22(2006.01)i, G06T7/521(2017.01)i, G06T7/70(2017.01)i

FI: G01C7/02, G06T7/521, B66C13/22Y, G06T7/70A

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. G01C7/02, B66C13/22, G06T7/521, G06T7/70

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	窪田論, ほか 10 名, クレーン操縦者のための吊荷領域可視化システムの開発, 電子情報通信学会論文誌, 01 January 2018, entire text, fig. 4, (KUBOTA, Satoshi and 10 others, The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers), non-official translation (Development of a lifting area visualization system for crane operators)	1-5
Y	JP 2014-048236 A (KOKUSAI KOGYO CO., LTD.) 17.03.2014 (2014-03-17), paragraphs [0044], [0050], [0053]	1-5



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

10.02.2020

Date of mailing of the international search report

25.02.2020

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 REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/048135

JP 2014-048236 A 17.03.2014 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01C 7/02(2006.01)i; B66C 13/22(2006.01)i; G06T 7/521(2017.01)i; G06T 7/70(2017.01)i FI: G01C7/02; G06T7/521; B66C13/22 Y; G06T7/70 A														
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）） G01C7/02; B66C13/22; G06T7/521; G06T7/70														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			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				
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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)														
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												
Y	窪田論,ほか10名, クレーン操縦者のための吊荷領域可視化システムの開発, 電子 情報通信学会論文誌, 2018.01.01 全文, 図4	1-5												
Y	JP 2014-048236 A (国際航業株式会社) 17.03.2014 (2014 - 03 - 17) 0044, 0050, 0053	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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 10.02.2020	国際調査報告の発送日 25.02.2020													
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） 九鬼 一慶 2S 4404 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

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/JP2019/048135

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-048236 A	17.03.2014	(ファミリーなし)	