

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年6月3日(03.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/106905 A1

(51) 国際特許分類:
E02F 3/43 (2006.01) *E02F 9/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/043748

(22) 国際出願日: 2020年11月25日(25.11.2020)

(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 2019-214460 2019年11月27日(27.11.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 Tokyo (JP).

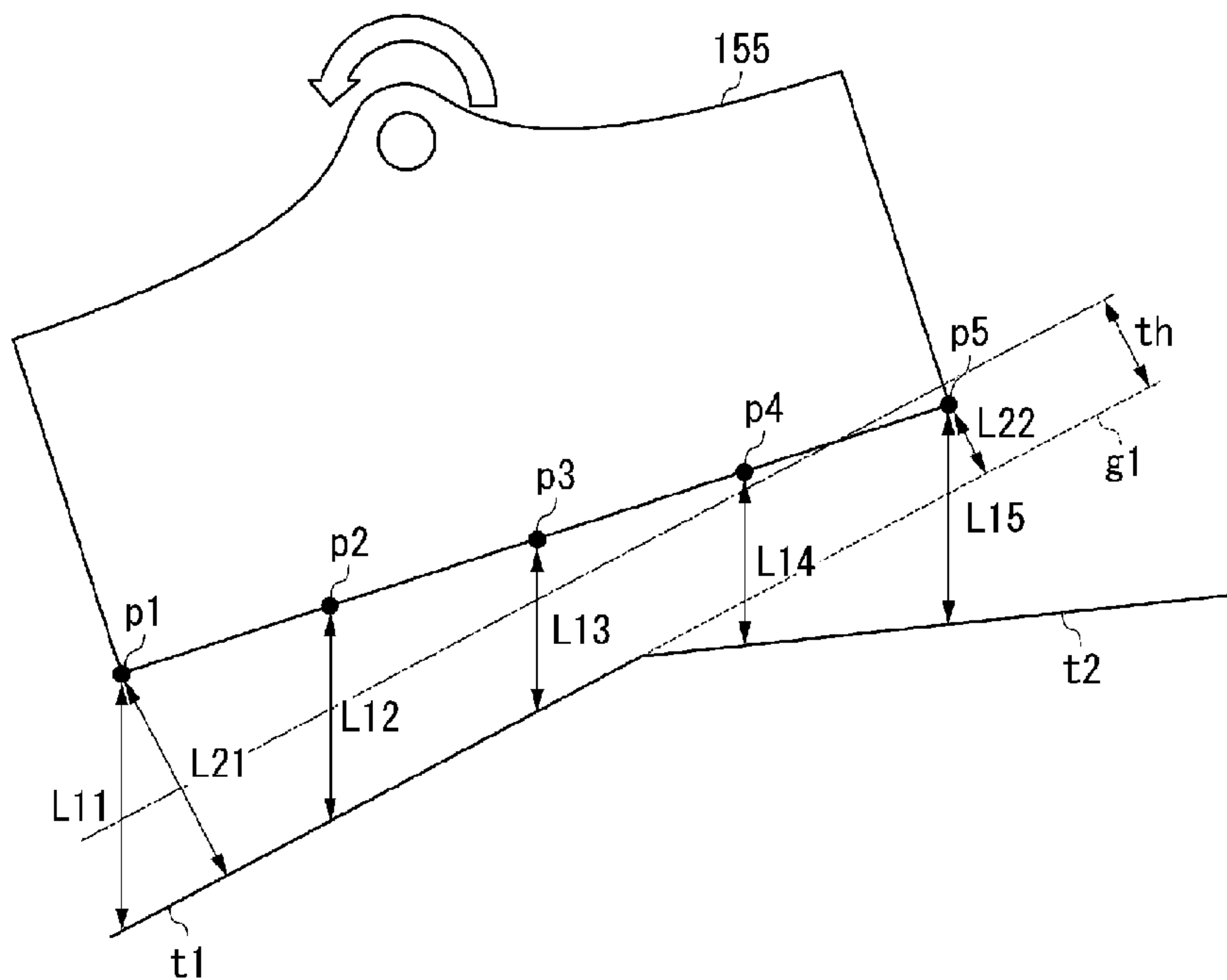
(72) 発明者: 松山 徹 (MATSUYAMA Toru);
〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内 一丁目9番2号 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, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: WORK MACHINE CONTROL SYSTEM, WORK MACHINE, AND METHOD FOR CONTROLLING WORK MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械の制御システム、作業機械、および作業機械の制御方法



(57) Abstract: According to the present invention, a distance calculation unit calculates a first distance, which is the distance between a first bucket point that is a point on a bucket, and a target design surface that indicates a target shape to be excavated. The distance calculation unit calculates a second distance, which is the distance between a second bucket point that is a point on the bucket on a straight line that passes through the first bucket point and is parallel to the blade tip of the bucket, and the target design surface. A tilt control unit compares the first distance and the second distance and

[続葉有]

WO 2021/106905 A1

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :
一 国際調査報告 (条約第21条(3))

calculates a tilt control amount to rotate the bucket about a tilt axis.

(57) 要約 : 距離算出部は、バケット上の点である第1バケット点と掘削対象の目標形状を示す目標設計面との距離である第1距離を算出する。距離算出部は、第1バケット点を通りかつバケットの刃先に平行な直線上におけるバケット上の点である第2バケット点と目標設計面との距離である第2距離を算出する。チルト制御部は、第1距離と第2距離とを比較してバケットをチルト軸回りに回転させるチルト制御量を算出する。

明 細 書

発明の名称：

作業機械の制御システム、作業機械、および作業機械の制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、作業機械の制御システム、作業機械、および作業機械の制御方法に関する。

本願は、2019年11月27日に日本に出願された特願2019-214460号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 油圧ショベルに取り付けられるバケットとして、作業機の動作平面に対する角度を調整可能なチルトバケットが知られている（例えば、特許文献1を参照）チルトバケットは、動作平面に直交するバケット軸回りに回転可能、かつバケット軸に直交するチルト軸回りに回転可能に構成される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-74319号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、油圧ショベルのような作業機械においては、掘削対象の目標形状を示す目標設計面に沿ってバケットが移動するように、作業機を自動制御する技術が知られている。特許文献1に開示されるチルトバケットにおいても、目標設計面に沿ってチルトバケットが移動するように、作業機を自動制御することが望まれている。

本開示の目的は、目標設計面に沿ってチルトバケットが移動するように、作業機を自動制御する作業機械の制御システム、作業機械、および作業機械の制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0005] 一の態様によれば、作業機械の制御システムは、ブーム軸回りに回転可能なブームと、前記ブーム軸と平行なアーム軸回りに回転可能なアームと、前記アーム軸と平行なバケット軸回りに回転可能かつ前記バケット軸と直交するチルト軸回りに回転可能なバケットと備える作業機械の制御システムであって、前記バケット上の点である第1バケット点と掘削対象の目標形状を示す目標設計面との距離である第1距離、および前記第1バケット点を通りかつ前記バケットの刃先に平行な直線上における前記バケット上の点である第2バケット点と前記目標設計面との距離である第2距離を算出する距離算出部と、前記第1距離と前記第2距離との少なくとも大きい方の値に基づいて前記バケットを前記チルト軸回りに回転させるチルト制御量を算出するチルト制御部とを備える。

発明の効果

[0006] 上記態様によれば、作業機械の制御システムは、目標設計面に沿ってチルトバケットが移動するように、作業機を自動制御することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]作業機械および作業機の姿勢の例を示す図である。
[図2]第1の実施形態に係る作業機械の構成を示す概略図である。
[図3]第1の実施形態に係るバケットの構成を示す正面図である。
[図4]第1の実施形態に係る運転室の内部の構成を示す図である。
[図5]第1の実施形態に係る制御装置の構成を示す概略ブロック図である。
[図6]第1の実施形態に係る制御装置の動作を示すフローチャートである。
[図7]チルト自動制御における目標設計面と刃先上の点との関係を示す図である。
[図8]第1の実施形態に係るバケットの距離差とチルト角速度の目標値の関係を
示すチルト関数の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 〈座標系〉

図1は、作業機械100および作業機150の姿勢の例を示す図である。

以下の説明においては、三次元の現場座標系（ X_g 、 Y_g 、 Z_g ）および三次元の車体座標系（ X_m 、 Y_m 、 Z_m ）を規定して、これらに基づいて位置関係を説明する。

[0009] 現場座標系は、施工現場に設けられたGNSS（Global Navigation Satellite System）基準局の位置を基準点として南北に伸びる X_g 軸、東西に伸びる Y_g 軸、鉛直方向に伸びる Z_g 軸から構成される座標系である。GNSSの例としては、GPS（Global Positioning System）が挙げられる。なお、他の実施形態においては、現場座標系に代えて緯度および経度などで表されるグローバル座標系を用いてもよい。

車体座標系は、作業機械100の旋回体130に規定された代表点Oを基準として、後述する運転室170内のオペレータの着座位置から見て前後に伸びる X_m 軸、左右に伸びる Y_m 軸、上下に伸びる Z_m 軸から構成される座標系である。旋回体130の代表点Oを基準として前方を $+X_m$ 方向、後方を $-X_m$ 方向、左方を $+Y_m$ 方向、右方を $-Y_m$ 方向、上方向を $+Z_m$ 方向、下方向を $-Z_m$ 方向とよぶ。

現場座標系と車体座標系とは、現場座標系における作業機械100の位置および傾きを特定することで、互いに変換することができる。

[0010] 〈第1の実施形態〉

《作業機械100の構成》

図2は、第1の実施形態に係る作業機械100の構成を示す概略図である。

作業機械100は、施工現場にて稼働し、土砂などの掘削対象を施工する。第1の実施形態に係る作業機械100は、油圧ショベルである。

作業機械100は、走行体110、旋回体130、作業機150、運転室170、制御装置190を備える。

走行体110は、作業機械100を走行可能に支持する。走行体110は

、例えば左右１対の無限軌道である。旋回体１３０は、走行体１１０に旋回中心回りに旋回可能に支持される。作業機１５０は、油圧により駆動する。作業機１５０は、旋回体１３０の前部に上下方向に駆動可能に支持される。運転室１７０は、オペレータが搭乗し、作業機械１００の操作を行うためのスペースである。運転室１７０は、旋回体１３０の前部に設けられる。制御装置１９０は、オペレータの操作に基づいて、走行体１１０、旋回体１３０、および作業機１５０を制御する。制御装置１９０は、例えば運転室１７０の内部に設けられる。

[0011] 《旋回体１３０の構成》

図２に示すように、旋回体１３０は、位置方位検出器１３１および傾斜検出器１３２を備える。

[0012] 位置方位検出器１３１は、旋回体１３０の現場座標系における位置および旋回体１３０が向く方位を演算する。位置方位検出器１３１は、ＧＮＳＳを構成する人工衛星から測位信号を受信する２つのアンテナを備える。２つのアンテナは、それぞれ旋回体１３０の異なる位置に設置される。例えば２つのアンテナは、旋回体１３０のカウンターウェイト部に設けられる。位置方位検出器１３１は、２つのアンテナの少なくとも一方が受信した測位信号に基づいて、現場座標系における旋回体１３０の代表点Ｏの位置を検出する。位置方位検出器１３１は、２つのアンテナのそれぞれが受信した測位信号を用いて、現場座標系において旋回体１３０が向く方位を検出する。

[0013] 傾斜検出器１３２は、旋回体１３０の加速度および角速度を計測し、計測結果に基づいて旋回体１３０の傾き（例えば、Ｘｍ軸に対する回転を表すロール、およびＹｍ軸に対する回転を表すピッチ）を検出する。傾斜検出器１３２は、例えば運転室１７０の下方に設置される。傾斜検出器１３２の例としては、ＩＭＵ（Inertial Measurement Unit：慣性計測装置）が挙げられる。

[0014] 《作業機１５０の構成》

図２に示すように、作業機１５０は、ブーム１５１、アーム１５２、第１

リンク 1 5 3、第 2 リンク 1 5 4、およびバケット 1 5 5 を備える。

[0015] ブーム 1 5 1 の基端部は、旋回体 1 3 0 にブームピン P 1 を介して取り付けられる。以下、ブームピン P 1 の中心軸をブーム軸 X 1 とよぶ。

アーム 1 5 2 は、ブーム 1 5 1 とバケット 1 5 5 とを連結する。アーム 1 5 2 の基端部は、ブーム 1 5 1 の先端部にアームピン P 2 を介して取り付けられる。以下、アームピン P 2 の中心軸をアーム軸 X 2 とよぶ。

第 1 リンク 1 5 3 の第 1 端は、アーム 1 5 2 の先端側の側面に第 1 リンクピン P 3 を介して取り付けられる。第 1 リンク 1 5 3 の第 2 端は、第 2 リンク 1 5 4 の第 1 端に、バケットシリンダピン P 4 を介して取り付けられる。

バケット 1 5 5 は、土砂などを掘削するための刃先と掘削した土砂を収容するための収容部とを備える。バケット 1 5 5 の基端部は、アーム 1 5 2 のアーム 1 5 2 の先端部にバケットピン P 5 を介して取り付けられる。以下、バケットピン P 5 の中心軸をバケット軸 X 3 とよぶ。またバケット 1 5 5 の基端部は、第 2 リンク 1 5 4 の第 2 端に、第 2 リンクピン P 6 を介して取り付けられる。

ブーム軸 X 1、アーム軸 X 2、およびバケット軸 X 3 は、互いに平行である。

[0016] 作業機 1 5 0 は、動力を発生させるアクチュエータである複数の油圧シリンダを備える。具体的には、作業機 1 5 0 は、ブームシリンダ 1 5 6、アームシリンダ 1 5 7、およびバケットシリンダ 1 5 8 を備える。

ブームシリンダ 1 5 6 は、ブーム 1 5 1 を駆動させるための油圧シリンダである。ブームシリンダ 1 5 6 の基端部は、旋回体 1 3 0 に取り付けられる。ブームシリンダ 1 5 6 の先端部は、ブーム 1 5 1 に取り付けられる。ブームシリンダ 1 5 6 には、ブームシリンダ 1 5 6 のストローク量を検出するブームシリンダストロークセンサ 1 5 6 1 が設けられる。

アームシリンダ 1 5 7 は、アーム 1 5 2 を駆動するための油圧シリンダである。アームシリンダ 1 5 7 の基端部は、ブーム 1 5 1 に取り付けられる。アームシリンダ 1 5 7 の先端部は、アーム 1 5 2 に取り付けられる。アーム

シリンダ１５７には、アームシリンダ１５７のストローク量を検出するアームシリンダストロークセンサ１５７１が設けられる。

バケットシリンダ１５８は、バケット１５５を駆動するための油圧シリンダである。バケットシリンダ１５８の基端部は、アーム１５２に取り付けられる。バケットシリンダ１５８の先端部は、第２リンクピンＰ６を介して第１リンク１５３の第２端および第２リンク１５４の第１端に取り付けられる。バケットシリンダ１５８には、バケットシリンダ１５８のストローク量を検出するバケットシリンダストロークセンサ１５８１が設けられる。

[0017] 《バケット１５５の構成》

図３は、第１の実施形態に係るバケット１５５の構成を示す正面図である。

第１の実施形態に係るバケット１５５は、バケット軸Ｘ３に直交する軸であるチルト軸Ｘ４回りに回転可能なチルトバケットである。

図３に示すように、バケット１５５は、バケット本体１６１と、ジョイント１６２と、チルトシリンダ１６３とを備える。

[0018] ジョイント１６２の基端部には、バケットピンＰ５を介してアーム１５２を取り付けるための取付孔を有する前側ブラケット１６２１および第２リンクピンＰ６を介して第２リンク１５４を取り付けるための取付孔を有する後側ブラケット１６２２が設けられる。すなわち、前側ブラケット１６２１の取付孔は、バケット軸Ｘ３を通るように設けられる。

ジョイント１６２の先端部は、チルトピンＰ７を介してバケット本体１６１の基端部に取り付けられる。チルトピンＰ７は、バケット軸Ｘ３に直交するように設けられる。チルトピンＰ７の中心軸は、チルト軸Ｘ４をなす。

[0019] バケット本体１６１の基端部の一端（左端または右端）には、チルトシリンダ１６３を取り付けるためのチルトブラケット１６１１が設けられる。

チルトシリンダ１６３は、チルト軸Ｘ４回りにバケット本体１６１を回転するための油圧シリンダである。チルトシリンダ１６３の基端部は、チルトシリンダエンドピンＰ８を介してチルトブラケット１６１１に取り付けられ

る。チルトシリンダ１６３の先端部は、チルトシリンダトップピンＰ９を介してジョイント１６２に取り付けられる。チルトシリンダエンドピンＰ８およびチルトシリンダトップピンＰ９は、それぞれチルトピンＰ７と平行に設けられる。これにより、バケット本体１６１は、チルトシリンダ１６３の駆動によってチルト軸Ｘ４回りに回転する。

チルトシリンダ１６３には、チルトシリンダ１６３のストローク量を検出するチルトシリンダストロークセンサ１６３１が設けられる。

[0020] 《運転室１７０の構成》

図４は、第１の実施形態に係る運転室の内部の構成を示す図である。

図４に示すように、運転室１７０内には、運転席１７１、操作装置１７２および制御装置１９０が設けられる。

[0021] 操作装置１７２は、オペレータの手動操作によって走行体１１０、旋回体１３０および作業機１５０を駆動させるためのインタフェースである。操作装置１７２は、左操作レバー１７２１、右操作レバー１７２２、左フットペダル１７２３、右フットペダル１７２４、左走行レバー１７２５、右走行レバー１７２６を備える。

[0022] 左操作レバー１７２１は、運転席１７１の左側に設けられる。右操作レバー１７２２は、運転席１７１の右側に設けられる。

[0023] 左操作レバー１７２１は、旋回体１３０の旋回動作、ならびに、アーム１５２の引き動作および押し動作を行うための操作機構である。具体的には、オペレータが左操作レバー１７２１を前方に倒すと、アームシリンダ１５７が駆動し、アーム１５２が押し動作する。また、オペレータが左操作レバー１７２１を後方に倒すと、アームシリンダ１５７が駆動し、アーム１５２が引き動作する。また、オペレータが左操作レバー１７２１を右方向に倒すと、旋回体１３０が右旋回する。また、オペレータが左操作レバー１７２１を左方向に倒すと、旋回体１３０が左旋回する。

[0024] 右操作レバー１７２２は、バケット１５５の掘削動作およびダンプ動作、ならびに、ブーム１５１の上げ動作および下げ動作を行うための操作機構で

ある。具体的には、オペレータが右操作レバー 1 7 2 2 を前方に倒すと、ブームシリンダ 1 5 6 が駆動し、ブーム 1 5 1 の下げ動作が実行される。また、オペレータが右操作レバー 1 7 2 2 を後方に倒すと、ブームシリンダ 1 5 6 が駆動し、ブーム 1 5 1 の上げ動作が実行される。また、オペレータが右操作レバー 1 7 2 2 を右方向に倒すと、バケットシリンダ 1 5 8 が駆動し、バケット 1 5 5 のダンプ動作が行われる。また、オペレータが右操作レバー 1 7 2 2 を左方向に倒すと、バケットシリンダ 1 5 8 が駆動し、バケット 1 5 5 の掘削動作が行われる。

なお、左操作レバー 1 7 2 1 および右操作レバー 1 7 2 2 の操作方向と、作業機 1 5 0 の動作方向および旋回体 1 3 0 の旋回方向の関係は、上述の関係でなくてもよい。

[0025] また、右操作レバー 1 7 2 2 の上部には、図示しないチルト操作ボタンが設けられる。具体的には、オペレータがチルト操作ボタンを左方向にスライドさせると、チルトシリンダ 1 6 3 が駆動し、オペレータから見て左方向にバケット 1 5 5 のチルト回転動作が行われる。オペレータがチルト操作ボタンを右方向にスライドさせると、チルトシリンダ 1 6 3 が駆動し、オペレータから見て右方向にバケット 1 5 5 のチルト回転動作が行われる。なお、チルト操作ボタンは、左右方向に回転させる構成であってもよい。また、チルト操作は、オペレータの図示しないペダルによる操作で実現されてもよい。

[0026] 左フットペダル 1 7 2 3 は、運転席 1 7 1 の前方の床面の左側に配置される。右フットペダル 1 7 2 4 は、運転席 1 7 1 の前方の床面の右側に配置される。左走行レバー 1 7 2 5 は、左フットペダル 1 7 2 3 に軸支され、左走行レバー 1 7 2 5 の傾斜と左フットペダル 1 7 2 3 の押し下げが連動するように構成される。右走行レバー 1 7 2 6 は、右フットペダル 1 7 2 4 に軸支され、右走行レバー 1 7 2 6 の傾斜と右フットペダル 1 7 2 4 の押し下げが連動するように構成される。

[0027] 左フットペダル 1 7 2 3 および左走行レバー 1 7 2 5 は、走行体 1 1 0 の左側履帯の回転駆動に対応する。具体的には、走行体 1 1 0 の駆動輪が後方

にある場合、オペレータが左フットペダル 1 7 2 3 または左走行レバー 1 7 2 5 を前方に倒すと、左側履帯は前進方向に回転する。また、オペレータが左フットペダル 1 7 2 3 または左走行レバー 1 7 2 5 を後方に倒すと、左側履帯は後進方向に回転する。

[0028] 右フットペダル 1 7 2 4 および右走行レバー 1 7 2 6 は、走行体 1 1 0 の右側履帯の回転駆動に対応する。具体的には、走行体 1 1 0 の駆動輪が後方にある場合、オペレータが右フットペダル 1 7 2 4 または右走行レバー 1 7 2 6 を前方に倒すと、右側履帯は前進方向に回転する。また、オペレータが右フットペダル 1 7 2 4 または右走行レバー 1 7 2 6 を後方に倒すと、右側履帯は後進方向に回転する。

[0029] 《制御装置 1 9 0 の構成》

制御装置 1 9 0 は、施工現場において設定された目標設計面にバケット 1 5 5 が侵入しないようにバケット 1 5 5 が掘削対象に接近する方向の動作を制限する。目標設計面は、掘削対象の目標形状を示す。制御装置 1 9 0 が目標設計面に基づいてバケット 1 5 5 の動作を制限することを介入制御ともいう。

[0030] オペレータがアーム 1 5 2 の引き操作のみを行って施工現場の整地作業を行う場合の介入制御について説明する。制御装置 1 9 0 は、バケット 1 5 5 と目標設計面との距離が所定の介入制御距離未満になった場合に、アーム 1 5 2 の移動に伴うバケット 1 5 5 の刃先と目標設計面との距離に応じて、目標設計面にバケット 1 5 5 が侵入しないように、ブームシリンダ 1 5 6 の操作信号を生成する。これにより、オペレータがアーム 1 5 2 の動作を操作するだけで、制御装置 1 9 0 がブームシリンダ 1 5 6 の操作信号を生成して自動的にブーム 1 5 1 を上昇させることでバケット 1 5 5 の動作を制限し、設計面へのバケット 1 5 5 の刃先の侵入を自動的に防止する。

なお、他の実施形態においては、制御装置 1 9 0 は、介入制御においてアームシリンダ 1 5 7 の制御指令またはバケットシリンダ 1 5 8 の制御指令を生成してもよい。つまり、他の実施形態においては、介入制御においてアーム

ム 1 5 2 を上昇させることでバケット 1 5 5 の速度を制限してもよいし、バケット 1 5 5 の速度を直接制限してもよい。

[0031] また、制御装置 1 9 0 は、バケット 1 5 5 と目標設計面との距離が所定のチルト制御距離未満になった場合に、バケット 1 5 5 の刃先と目標設計面とが平行になるように、バケット 1 5 5 をチルト軸 X 4 回りに回転させる。制御装置 1 9 0 が目標設計面に基づいてバケット 1 5 5 をチルト軸 X 4 回りに回転させることを自動チルト制御ともいう。

[0032] 図 5 は、第 1 の実施形態に係る制御装置 1 9 0 の構成を示す概略ブロック図である。

制御装置 1 9 0 は、プロセッサ 2 1 0、メインメモリ 2 3 0、ストレージ 2 5 0、インタフェース 2 7 0 を備えるコンピュータである。

[0033] ストレージ 2 5 0 は、一時的でない有形の記憶媒体である。ストレージ 2 5 0 の例としては、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等が挙げられる。ストレージ 2 5 0 は、制御装置 1 9 0 のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース 2 7 0 または通信回線を介して制御装置 1 9 0 に接続される外部メディアであってもよい。ストレージ 2 5 0 は、作業機械 1 0 0 を制御するためのプログラムを記憶する。

[0034] プログラムは、制御装置 1 9 0 に発揮させる機能の一部を実現するためのものであってもよい。例えば、プログラムは、ストレージ 2 5 0 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせ、または他の装置に実装された他のプログラムとの組み合わせによって機能を発揮させるものであってもよい。なお、他の実施形態においては、制御装置 1 9 0 は、上記構成に加えて、または上記構成に代えて P L D (Programmable Logic Device) などのカスタム L S I (Large Scale Integrated Circuit) を備えてもよい。P L D の例としては、P A L (Programmable Array Logic)、G A L (Generic Array Logic)、C P L D (Complex Programmable Logic Device)、F P G A (Field Programmable Gate Array) が挙げられる。この場合、プロセッサによって実現さ

れる機能の一部または全部が当該集積回路によって実現されてよい。

[0035] ストレージ250には、予め目標設計面を示す設計面データが記憶される。設計面データは、現場座標系で表される三次元データであって、複数の三角形ポリゴンによって表される。設計面データを構成する三角形ポリゴンは、それぞれ隣接する他の三角形ポリゴンと共通の辺を有する。つまり、設計面データは、複数の平面から構成される連続した平面を表す。なお、他の実施形態においては、設計面データが三角形ポリゴン以外の多角形面によって構成されてもよく、また点群データなどの他の形式で表されてもよい。

なお、本実施形態では、設計面データはストレージ250に記憶されとしたが、これに限られない。設計面データは、外部メモリや、図示しないサーバから図示しない通信回線を介して、ダウンロードされてもよい。

[0036] プロセッサ210は、プログラムを実行することで、検出値取得部211、バケット位置特定部212、目標平面決定部213、距離算出部214、操作量取得部215、介入制御部216、チルト制御部217、出力部218として機能する。

[0037] 検出値取得部211は、ブームシリンダストロークセンサ1561、アームシリンダストロークセンサ1571、バケットシリンダストロークセンサ1581、チルトシリンダストロークセンサ1631、位置方位検出器131、および傾斜検出器132のそれぞれの検出値を取得する。つまり、検出値取得部211は、旋回体130の現場座標系における位置、旋回体130が向く方位、旋回体130の傾き、ブームシリンダ156のストローク長、アームシリンダ157のストローク長、バケットシリンダ158のストローク長、およびチルトシリンダ163のストローク長を取得する。

[0038] バケット位置特定部212は、検出値取得部211が取得した検出値に基づいて、バケット155の刃先上の複数の点の位置を特定する。例えば、バケット位置特定部212は、バケット155の刃先を4等分する5つの点の位置をそれぞれ特定する。バケット155の刃先の位置の特定方法は後述する。

- [0039] 目標平面決定部 2 1 3 は、チルト制御の対象とする目標平面を決定する。目標平面は、目標設計面を構成する複数の三角形ポリゴンの少なくとも 1 つを通る平面である。具体的には、目標平面決定部 2 1 3 は、以下の手順で目標平面を決定する。目標平面決定部 2 1 3 は、設計面データとバケット位置特定部 2 1 2 が特定した複数の点の位置とに基づいて、当該複数の点それぞれについて、目標設計面を構成する三角形ポリゴンのうち当該点に対向するものと当該点との間の距離を算出する。このとき、複数の点は、それぞれ異なる三角形ポリゴンと対向し得る。目標平面決定部 2 1 3 は、最も短い距離に係る三角形ポリゴンを特定し、当該三角形ポリゴンを通る平面を、目標平面に決定する。
- [0040] 距離算出部 2 1 4 は、バケット位置特定部 2 1 2 が特定した複数の点の位置と目標平面決定部 2 1 3 が決定した目標平面とに基づいて、複数の点と目標平面との間の距離を算出する。
- [0041] 操作量取得部 2 1 5 は、操作装置 1 7 2 から操作量を示す操作信号を取得する。操作量取得部 2 1 5 は、少なくともブーム 1 5 1 の上げ操作および下げ操作に係る操作量、アーム 1 5 2 の押し操作および引き操作に係る操作量、並びにバケット 1 5 5 の掘削操作、ダンプ操作およびチルト操作に係る操作量を取得する。
- [0042] 介入制御部 2 1 6 は、操作量取得部 2 1 5 が取得した操作装置 1 7 2 の操作量と、距離算出部 2 1 4 が算出した距離のうち最も短いものに基づいて、作業機 1 5 0 の介入制御を行う。
- [0043] チルト制御部 2 1 7 は、距離算出部 2 1 4 が算出した距離のうち、バケット 1 5 5 の刃先の左端から目標平面までの距離である第 1 距離と、バケット 1 5 5 の刃先の右端から目標平面までの距離である第 2 距離との差に基づいて、自動チルト制御を行う。バケット 1 5 5 の刃先の左端および右端は、それぞれ第 1 バケット点および第 2 バケット点の一例である。なお、他の実施形態においては、第 1 バケット点および第 2 バケット点は、バケット 1 5 5 上の他の点であってもよい。ただし、第 2 バケット点は、第 1 バケット点を

通りがかつバケット 1 5 5 の刃先に平行な直線上に存在するという条件を満たす必要がある。すなわち、他の実施形態においては、第 1 バケット点および第 2 バケット点は、底面上の点など、必ずしも刃先上の点でなくてもよい。

[0044] 出力部 2 1 8 は、操作量取得部 2 1 5 が取得した操作量、およびチルト制御部 2 1 7 によって算出されるチルト制御量に基づいて、各アクチュエータに制御信号を出力する。

[0045] 《バケット 1 5 5 の刃先位置の特定方法》

ここで、図 1 および図 3 を参照しながら、バケット位置特定部 2 1 2 によるバケット 1 5 5 の刃先の位置の特定方法について説明する。車体座標系におけるバケット 1 5 5 の刃先の位置は、ブーム長 L_1 、アーム長 L_2 、ジョイント長 L_3 、バケット長 L_4 、ブーム相対角 α 、アーム相対角 β 、バケット相対角 γ 、チルト角 η 、車体座標系におけるブームピン P 1 の位置、および現場座標系における代表点 O の位置に基づいて特定することができる。

[0046] ブーム長 L_1 は、ブームピン P 1 からアームピン P 2 までの既知の長さである。

アーム長 L_2 は、アームピン P 2 からバケットピン P 3 までの既知の長さである。

ジョイント長 L_3 は、バケットピン P 3 からチルトピン P 7 までの既知の長さである。

バケット長 L_4 は、チルトピン P 7 からバケット 1 5 5 の刃先の中心点までの既知の長さである。

[0047] ブーム相対角 α は、ブームピン P 1 から旋回体 1 3 0 の上方向（+ Z m 方向）に伸びる半直線と、ブームピン P 1 からアームピン P 2 へ伸びる半直線とがなす角によって表される。なお、図 1 に示すように、旋回体 1 3 0 の傾き θ によって、旋回体 1 3 0 の上方向（+ Z m 方向）と鉛直上方向（+ Z g 方向）は必ずしも一致しない。

アーム相対角 β は、ブームピン P 1 からアームピン P 2 へ伸びる半直線と、アームピン P 2 からバケットピン P 3 へ伸びる半直線とがなす角によって

表される。

バケット相対角 γ は、アームピンP 2からバケットピンP 3へ伸びる半直線と、バケットピンP 3からチルトピンP 7へ伸びる半直線とがなす角によって表される。

チルト角 η は、チルトピンP 7から、バケットピンP 3およびチルトピンP 7に直交する方向へ伸びる半直線と、チルトピンP 7からバケット155の刃先の中心点へ伸びる半直線とがなす角によって表される。

[0048] バケット155の刃先の現場座標系における位置は、例えば以下の手順で特定される。バケット位置特定部212は、車体座標系におけるブームピンP 1の位置とブーム相対角 α とブーム長さL 1とに基づいて、車体座標系におけるアームピンP 2の位置を特定する。バケット位置特定部212は、車体座標系におけるアームピンP 2の位置とアーム相対角 β とアーム長さL 2とに基づいて、車体座標系におけるバケットピンP 3の位置を特定する。バケット位置特定部212は、車体座標系におけるバケットピンP 3の位置と、バケット相対角 γ と、ジョイント長さL 3とに基づいて、車体座標系におけるチルトピンP 7の位置を特定する。バケット位置特定部212は、車体座標系におけるチルトピンP 7の位置と、チルト角 η と、バケット長さL 4とに基づいて、車体座標系におけるバケット155の刃先の中心点の位置を特定する。また、バケット位置特定部212は、刃先の中心点から刃先の任意の点までの距離を特定し、刃先の中心点の位置から、チルト角 η の方向に、刃先の中心点から任意の点までの距離だけずらした位置を計算することで、刃先の任意の点の位置を特定することができる。例えば、バケット位置特定部212は、刃先の中心点の位置から、チルト角 η の正負の方向にそれぞれ刃先の幅方向の長さの1/2だけずらした位置を計算することで、刃先の両端の位置を特定することができる。

[0049] ブーム相対角 α 、アーム相対角 β 、バケット相対角 γ 、およびチルト角 η は、それぞれ、ブームシリンダストロークセンサ1561の検出値、アームシリンダストロークセンサ1571の検出値、バケットシリンダストローク

センサ 1 5 8 1 の検出値、およびチルトシリンダストロークセンサ 1 6 3 1 の検出値によって特定される。バケット位置特定部 2 1 2 は、旋回体 1 3 0 の現場座標系における位置、旋回体 1 3 0 が向く方位、および旋回体 1 3 0 の姿勢に基づいて、車体座標系におけるバケット 1 5 5 の刃先の位置を、現場座標系における位置に変換する。

なお、ブーム相対角 α 、アーム相対角 β 、バケット相対角 γ 、およびチルト角 η の検出は、シリンダストロークセンサによって行うものに限られず、角度センサや IMU によって行ってもよい。

[0050] 《制御装置 1 9 0 の動作》

図 6 は、第 1 の実施形態に係る制御装置 1 9 0 の動作を示すフローチャートである。図 7 は、チルト自動制御における目標設計面と刃先上の点との関係を示す図である。

作業機械 1 0 0 のオペレータが作業機械 1 0 0 の操作を開始すると、制御装置 1 9 0 は、所定の制御周期ごとに以下に示す制御を実行する。

[0051] 操作量取得部 2 1 5 は、操作装置 1 7 2 からブーム 1 5 1 に係る操作量、アーム 1 5 2 に係る操作量、バケット 1 5 5 に係る操作量、チルトに係る操作量、および旋回体 1 3 0 の旋回に係る操作量を取得する（ステップ S 1）。検出値取得部 2 1 1 は、位置方位検出器 1 3 1、傾斜検出器 1 3 2、ブームシリンダストロークセンサ 1 5 6 1、アームシリンダストロークセンサ 1 5 7 1、バケットシリンダストロークセンサ 1 5 8 1、チルトシリンダストロークセンサ 1 6 3 1 のそれぞれが検出した情報を取得する（ステップ S 2）。

[0052] バケット位置特定部 2 1 2 は、各油圧シリンダのストローク長からブーム相対角 α 、アーム相対角 β 、バケット相対角 γ 、およびチルト角 η を算出する（ステップ S 3）。またバケット位置特定部 2 1 2 は、ステップ S 2 で取得した検出値、ステップ S 3 で算出した角度、および既知の作業機 1 5 0 の長さパラメータに基づいて、バケット 1 5 5 の刃先を 4 等分する 5 つの点の現場座標系における位置を算出する（ステップ S 4）。以下、バケット 1 5

5の刃先上の5つの点を、刃先の左端から順に、点p 1、点p 2、点p 3、点p 4、点p 5とよぶ。すなわち、点p 1は刃先の左端の点であり、点p 5は刃先の右端の点であり、点p 3は刃先の中心点である。

なお、角度センサやIMUを用いて直接的に角度が検出される場合、ステップS 3は省略されてもよい。

[0053] 目標平面決定部2 1 3は、ストレージ2 5 0から設計面データを読み出し、点p 1－p 5それぞれについて、目標設計面との間の距離を算出する（ステップS 5）。ステップS 5において、目標平面決定部2 1 3は、点p 1－p 5のそれぞれについて、当該点から鉛直方向（Z g軸方向）に伸びる方向に対向する三角形ポリゴンとの距離を算出する。図7に示す例においては、目標平面決定部2 1 3は、点p 1－p 3と三角形ポリゴンt 1との距離L 1 1－L 1 3、および点p 4－p 5と三角形ポリゴンt 2との距離L 1 4－L 1 5を算出する。バケット1 5 5の刃先の位置を現場座標系で特定した場合は、現場座標系に基づく設計面データを用いる。バケット1 5 5の刃先の位置を車体座標系で特定した場合は、車体座標系に基づく設計面データを用いてもよい。例えば、車体座標系に基づく設計面データは、現場座標系に基づく設計面データを、位置方位検出器1 3 1および傾斜検出器1 3 2の検出値に基づいて車体座標系に変換したものであってよい。

[0054] 次に、目標平面決定部2 1 3は、最も短い距離に係る三角形ポリゴンを特定し、当該三角形ポリゴンを通る平面を、目標平面g 1に決定する（ステップS 6）。図7に示す例においては、距離L 1 1から距離L 1 5のうち、点p 3と三角形ポリゴンt 1との距離L 1 3が最も短いため、目標平面決定部2 1 3は、三角形ポリゴンt 1を通る平面を目標平面g 1に決定する。

[0055] 距離算出部2 1 4は、ステップS 4で算出した刃先両端の点p 1、p 5の位置と、ステップS 6で決定した目標平面g 1とに基づいて、点p 1と目標平面g 1との間の距離L 2 1、および点p 5と目標平面g 1との間の距離L 2 2を算出する（ステップS 7）。ステップS 7において、目標平面決定部2 1 3は、点p 1および点p 5のそれぞれについて、目標平面g 1の法線方

向における目標平面 g_1 との距離 L_{21} 、 L_{22} を算出する。

[0056] 次に、チルト制御部 217 は、ステップ S1 で取得した操作量に基づいて、オペレータによるチルト操作入力があるか否かを判定する（ステップ S8）。例えば、チルト制御部 217 は、チルト操作量の絶対値が所定値未満である場合に、操作入力がないと判定する。チルト操作がない場合（ステップ S8：NO）、チルト制御部 217 は、ステップ S7 で特定した点 p_1 と目標平面 g_1 との間の距離 L_{21} 、および点 p_5 と目標平面 g_1 との間の距離 L_{22} の少なくとも一方が、チルト制御距離 t_h 未満であるか否かを判定する（ステップ S9）。

[0057] 距離 L_{21} および距離 L_{22} の少なくとも一方がチルト制御距離 t_h 未満である場合（ステップ S9：YES）、チルト制御部 217 は、ステップ S7 で算出した距離 L_{21} と距離 L_{22} との差を算出する（ステップ S10）。次に、チルト制御部 217 は、距離 L_{21} と距離 L_{22} との差（距離差）に基づいて、チルト制御量を算出する（ステップ S11）。

[0058] 図 8 は、第 1 の実施形態に係るバケットの距離差とチルト角速度の目標値の関係を示すチルト関数の例を示す図である。図 8 に示すバケットの距離差は、図 7 に示す距離 L_{21} から距離 L_{22} を減算して得られるものであって、図 7 における反時計回りの角速度を正とするものである。

ステップ S11 において、チルト制御部 217 は、図 8 に示すような予め定められたチルト関数に距離差を代入することで、チルト角速度の目標値を決定する。チルト関数は、バケット 155 の距離差に基づいてチルト角速度の目標値を求める関数である。チルト関数において、チルト角速度の目標値は、バケット 155 の距離差に対して単調増加する。また、チルト関数において、チルト角速度の上限値および下限値が定められており、距離差の絶対値が所定値を超えるとチルト角速度の目標値は一定となる。また、チルト関数には不感帯（ヒステリシス）が設定されており、距離差がゼロの近傍の不感帯内にある場合に、チルト角速度の目標値がゼロとなる。すなわち、距離差がゼロの近傍の不感帯内にある場合、バケット 155 のチルト軸 X 4 回り

の回転が停止される。そして、チルト制御部 217 は、決定したチルト角速度の目標値に基づいて、チルト制御量を決定する。

[0059] チルト関数に不感帯が設けられることで、バケット 155 のチルト制御がオーバーシュートおよび過修正を繰り返すことを防ぐことができる。これにより、自動チルト制御によってバケット 155 のチルト角 η が制御される場合に、掘削面にがたつきが生じることを防ぐことができる。また、不感帯が目標施工面に対する許容誤差量によって規定されることで、目標施工面の掘削誤差を許容誤差量以内に抑えながら、掘削面のがたつきを防ぐことができる。

[0060] なお、チルト操作がなされている場合（ステップ S8：YES）、または距離 L21 および距離 L22 の両方がチルト制御距離 t_h 以上である場合（ステップ S9：NO）、チルト制御部 217 は、チルト制御量を算出しない。

[0061] そして、出力部 218 は、作業機 150 に係る各操作量およびチルト制御部 217 によって算出されるチルト制御量に基づいて、各アクチュエータに制御信号を出力する（ステップ S12）。自動チルト制御を実行している場合、チルトシリンダ 163 は、チルト制御部 217 で生成された信号に従って駆動する。自動チルト制御を実行しない場合、チルトシリンダ 163 は、オペレータ操作量に基づく信号に従って駆動する。

[0062] 《作用・効果》

このように、第 1 の実施形態に係る制御装置 190 によれば、バケット 155 上の第 1 バケット点 p_1 と目標設計面との距離である第 1 距離 L21、およびバケット 155 上の点である第 2 バケット点 p_5 と目標設計面との距離である第 2 距離 L22 を算出し、第 1 距離 L21 と第 2 距離 L22 とを比較してバケット 155 をチルト軸 X4 回りに回転させるチルト制御量を算出する。これにより、制御装置 190 は、目標設計面に沿ってバケット 155 が移動するように、作業機 150 を自動制御することができる。

[0063] なお、第 1 の実施形態においては、第 1 バケット点 p_1 および第 2 バケッ

ト点 p 5 がバケット 1 5 5 の刃先の両端であるが、これに限られない。例えば、他の実施形態においては、点 p 2 および点 p 4 を、それぞれ第 1 バケット点および第 2 バケット点としてもよい。また、他の実施形態においては、制御装置 1 9 0 がバケット 1 5 5 のチルト角 η に基づいてチルト制御量を算出してもよい。一方で、バケット 1 5 5 の刃先の両端の距離差を用いることで、目標施工面に対する掘削誤差を容易に管理することができる。

例えば、制御装置 1 9 0 がバケット 1 5 5 のチルト角 η に基づいてチルト制御量を算出する場合、バケット 1 5 5 の刃先の長さによってチルト角 η の誤差によって発生する掘削誤差が変化する。これに対し、第 1 の実施形態のようにバケット 1 5 5 の両端と目標平面の距離差に基づいてチルト制御量を算出する場合、バケット 1 5 5 の刃先の長さによって掘削誤差が変化しない。

[0064] また、第 1 の実施形態においては、制御装置 1 9 0 は、第 1 距離 L 2 1 と第 2 距離 L 2 2 との差が不感帯以内である場合に、チルト軸 X 4 回りの回転を停止させる。すなわち、第 1 の実施形態においては、制御装置 1 9 0 は、バケット 1 5 5 の刃先と目標設計面とのなす角が所定の閾値以下である場合に、チルト軸 X 4 回りの回転を停止させる。これにより、バケット 1 5 5 のチルト制御がオーバーシュートおよび過修正を繰り返すことを防ぐことができる。またこの不感帯が目標施工面に対する許容誤差量によって規定されることで、目標施工面の掘削誤差を許容誤差量以内に抑えながら、掘削面のがたつきを防ぐことができる。

[0065] 《他の実施形態》

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。すなわち、他の実施形態においては、上述の処理の順序が適宜変更されてもよい。また、一部の処理が並列に実行されてもよい。

[0066] 上述した実施形態に係る制御装置 1 9 0 は、単独のコンピュータによって構成されるものであってもよいし、制御装置 1 9 0 の構成を複数のコンピュ

ータに分けて配置し、複数のコンピュータが互いに協働することで制御システムとして機能するものであってもよい。このとき、制御装置190を構成する一部のコンピュータが作業機械100の内部に搭載され、他のコンピュータが作業機械100の外部に設けられてもよい。

[0067] 上述した実施形態に係る制御装置190は、図7に示す基準に基づいて距離 L_{11} － L_{15} ならびに距離 L_{21} および距離 L_{22} を求めるが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る制御装置190は、距離 L_{11} － L_{15} を三角形ポリゴンの法線方向に対する距離として求めてもよいし、バケット155の刃先に直交する方向に対する距離として求めてもよい。また他の実施形態に係る制御装置190は、距離 L_{21} および距離 L_{22} を鉛直方向に対する距離として求めてもよいし、バケット155の刃先に直交する方向に対する距離として求めてもよい。また例えば、三角形ポリゴン t_1 、 t_2 は、バケット155の刃先を通り、チルト軸 X_4 に直交するチルト動作平面と目標設計面との交線から選択されてもよい。

[0068] 上述した実施形態に係る制御装置190は、第1距離 L_{21} と第2距離 L_{22} とを比較してバケット155をチルト軸 X_4 回りに回転させるチルト制御量を算出するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る制御装置190は、第1距離 L_{21} と第2距離 L_{22} の一方がチルト制御距離 t_h 未満になった場合に、その時の第1距離 L_{21} と第2距離 L_{22} の他方に基づいて、チルト制御量を算出してもよい。例えば、制御装置190は、第1距離 L_{21} がチルト制御距離 t_h 未満になった場合に、その時の第2距離 L_{22} の大きさに基づいてチルト制御量を算出してもよい。また例えば、制御装置190は、第1距離 L_{21} と第2距離 L_{22} の他方の距離が所定値以上である場合に、チルト軸 X_4 回りの回転をさせないようにしてもよい。つまり、制御装置190は、第1距離 L_1 と第2距離 L_2 の少なくとも大きい方の値に基づいて、チルト制御量を算出する。

[0069] 上述した実施形態に係る制御装置190は、常に自動チルト制御を有効にしているが、これに限られない。他の実施形態に係る操作装置172は、自

動チルト制御の有効／無効を切り替えるためのスイッチを備えていてもよい。この場合、制御装置 190 は、当該スイッチの状態に基づいて自動チルト制御を行うか否かを判断してもよい。すなわち、制御装置 190 は、スイッチが ON である場合において、チルト操作入力がなく（ステップ S8：NO）、かつバケット 155 の刃先と目標平面 g1 との間の距離がチルト制御距離 t_h 未満である（ステップ S9）場合に、自動チルト制御を行う。一方で、制御装置 190 は、スイッチが OFF である場合には、チルト操作入力がなく、かつバケット 155 の刃先と目標平面 g1 との間の距離がチルト制御距離 t_h 未満であったとしても、自動チルト制御を行わない。当該スイッチはオペレータが操作できる態様であれば、図示しないモニタの機能として設けられてもよいし、操作レバーなどに配置されてもよい。

産業上の利用可能性

[0070] 上記開示によれば、作業機械の制御システムは、目標設計面に沿ってチルトバケットが移動するように、作業機を自動制御することができる。

符号の説明

[0071] 100…作業機械 110…走行体 130…旋回体 131…位置方位
検出器 132…傾斜検出器 150…作業機 151…ブーム 152…
アーム 155…バケット 161…バケット本体 162…ジョイント
163…チルトシリンダ 190…制御装置 211…検出値取得部 21
2…バケット位置特定部 213…目標平面決定部 214…距離算出部
215…操作量取得部 216…介入制御部 217…チルト制御部 21
8…出力部

請求の範囲

- [請求項1] ブーム軸回りに回転可能なブームと、前記ブーム軸と平行なアーム軸回りに回転可能なアームと、前記アーム軸と平行なバケット軸回りに回転可能かつ前記バケット軸と直交するチルト軸回りに回転可能なバケットと備える作業機械の制御システムであって、
- 前記バケット上の点である第1バケット点と掘削対象の目標形状を示す目標設計面との距離である第1距離、および前記第1バケット点を通りかつ前記バケットの刃先に平行な直線上における前記バケット上の点である第2バケット点と前記目標設計面との距離である第2距離を算出する距離算出部と、
- 前記第1距離と前記第2距離の少なくとも大きい方の値に基づいて前記バケットを前記チルト軸回りに回転させるチルト制御量を算出するチルト制御部と
- を備える作業機械の制御システム。
- [請求項2] 前記チルト制御部は、前記第1距離と前記第2距離との差が所定の閾値以下である場合に、前記チルト軸回りの回転を実施しない
- 請求項1に記載の作業機械の制御システム。
- [請求項3] 前記第1バケット点および前記第2バケット点は、前記バケットの刃先の両端の点であり、
- 前記閾値は、前記目標設計面に対する高さの許容誤差以下の値である
- 請求項2に記載の作業機械の制御システム。
- [請求項4] 前記チルト制御部は、前記第1距離と前記第2距離との差に応じた角速度に係る前記チルト制御量を算出する
- 請求項1から請求項3の何れか1項に記載の作業機械の制御システム。
- [請求項5] 前記目標設計面は、複数の多角形面によって構成され、
- 前記距離算出部は、前記目標設計面のうち前記バケットに対向する

2以上の多角形面が存在する場合に、前記2以上の多角形面のうち1つを通る平面を特定し、前記第1距離として前記平面と前記第1バケット点との距離を算出し、前記第2距離として前記平面と前記第2バケット点との距離を算出する

請求項1から請求項4の何れか1項に記載の作業機械の制御システム。

[請求項6] 前記平面は、前記2以上の多角形面のうち、前記バケットとの距離が最も近い多角形面を通る

請求項5に記載の作業機械の制御システム。

[請求項7] ブーム軸回りに回転可能なブームと、前記ブーム軸と平行なアーム軸回りに回転可能なアームと、前記アーム軸と平行なバケット軸回りに回転可能かつ前記バケット軸と直交するチルト軸回りに回転可能なバケットと備える作業機械の制御システムであって、

前記バケットの刃先と掘削対象の目標形状を示す目標設計面とが平行に近づくように、前記バケットを前記チルト軸回りに回転させるチルト制御量を算出し、前記バケットの刃先と掘削対象の目標形状を示す目標設計面とのなす角が所定の閾値以下である場合に、前記チルト軸回りの回転を停止させるチルト制御部

を備える作業機械の制御システム。

[請求項8] ブーム軸回りに回転可能なブームと、

前記ブーム軸と平行なアーム軸回りに回転可能なアームと、

前記アーム軸と平行なバケット軸回りに回転可能かつ前記バケット軸と直交するチルト軸回りに回転可能なバケットと、

請求項1から請求項7の何れか1項に記載の作業機械の制御システムと

を備える作業機械。

[請求項9] ブーム軸回りに回転可能なブームと、前記ブーム軸と平行なアーム軸回りに回転可能なアームと、前記アーム軸と平行なバケット軸回りに

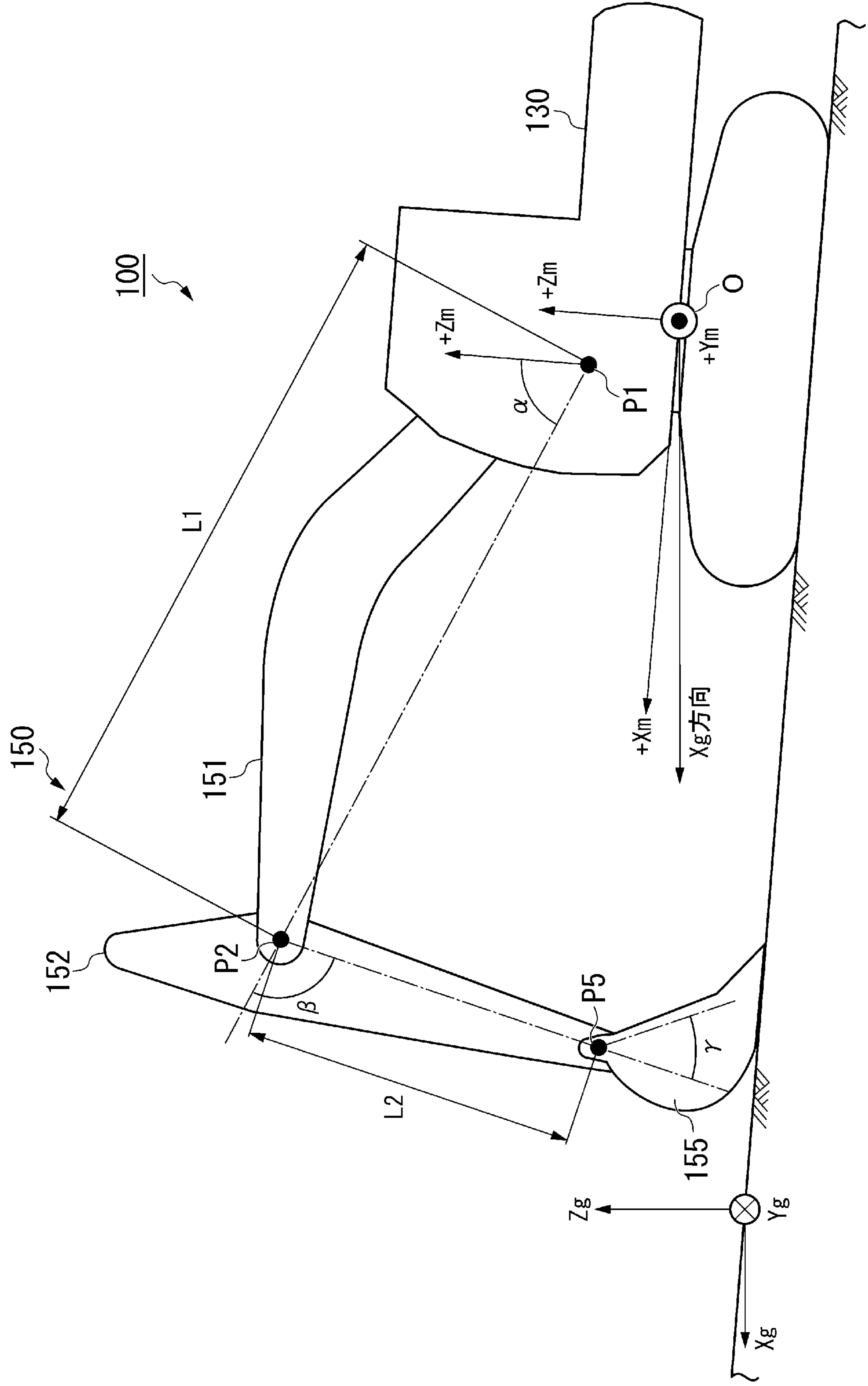
に回転可能かつ前記バケット軸と直交するチルト軸回りに回転可能なバケットと備える作業機械の制御方法であって、

前記バケット上の点である第1バケット点と掘削対象の目標形状を示す目標設計面との距離である第1距離、および前記第1バケット点を通りかつ前記バケットの刃先に平行な直線上における前記バケット上の点である第2バケット点と前記目標設計面との距離である第2距離を算出するステップと、

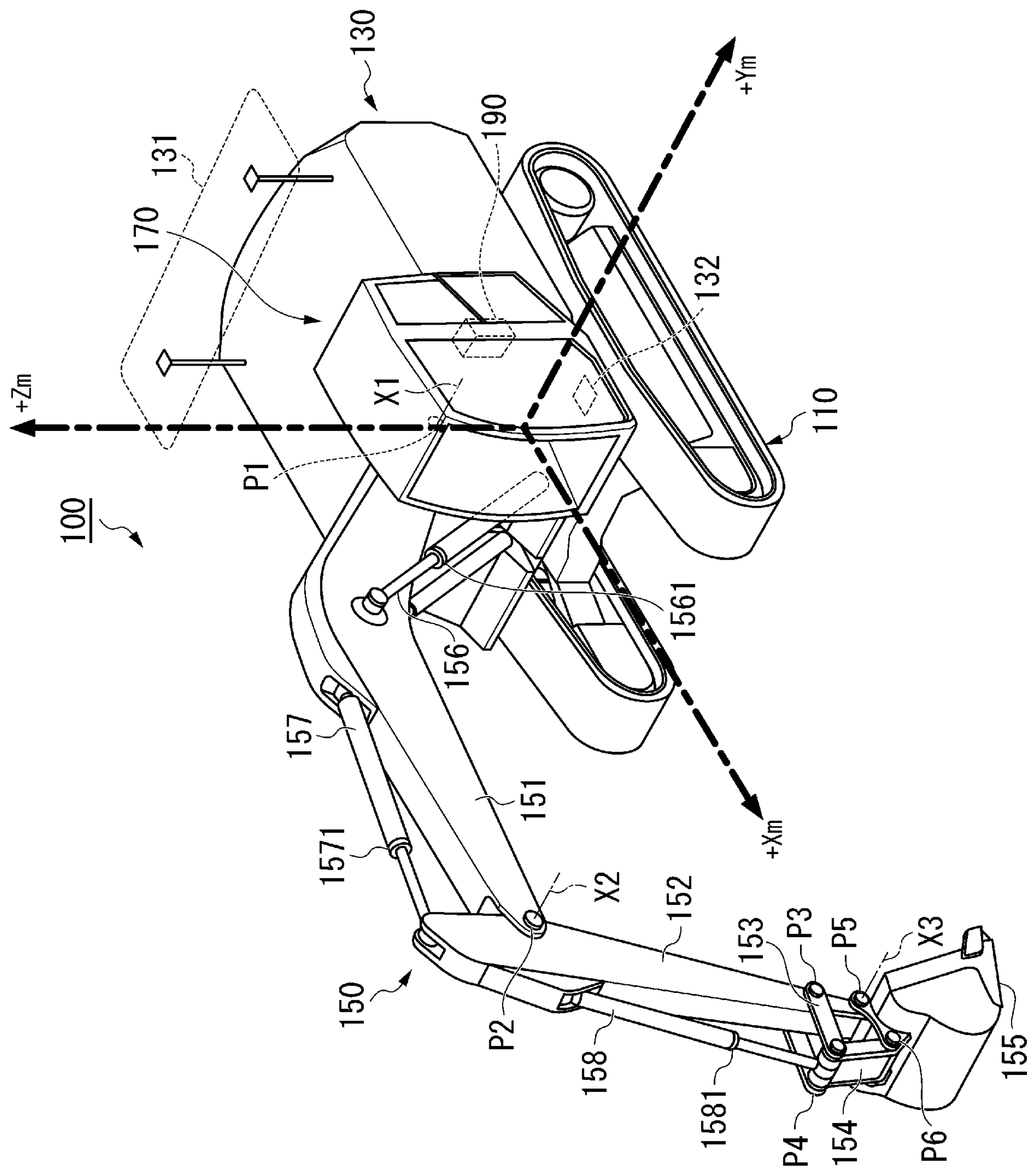
前記第1距離と前記第2距離との少なくとも大きい方の値に基づいて前記バケットを前記チルト軸回りに回転させるチルト制御量を算出するステップと

を備える作業機械の制御方法。

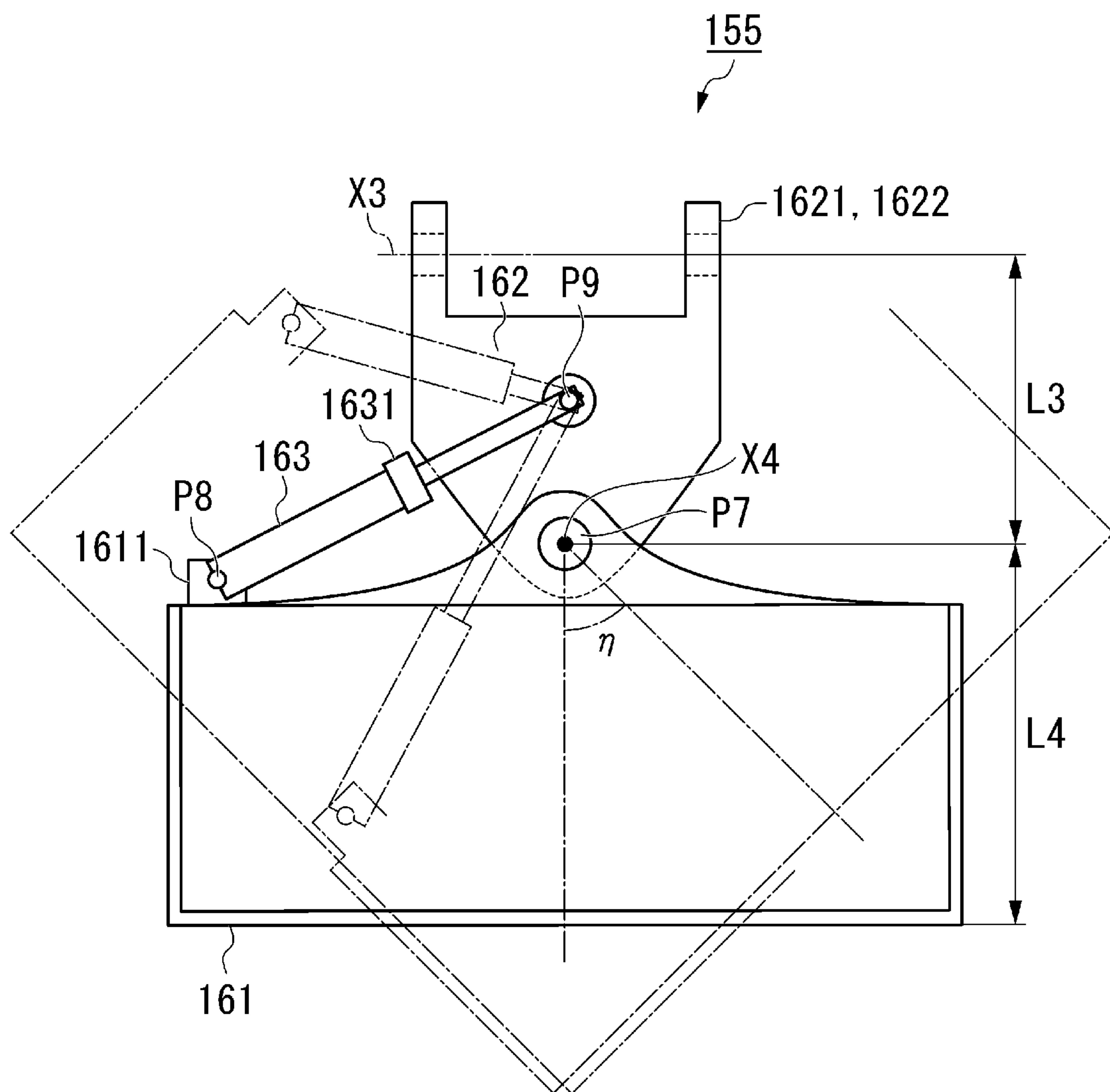
[図1]



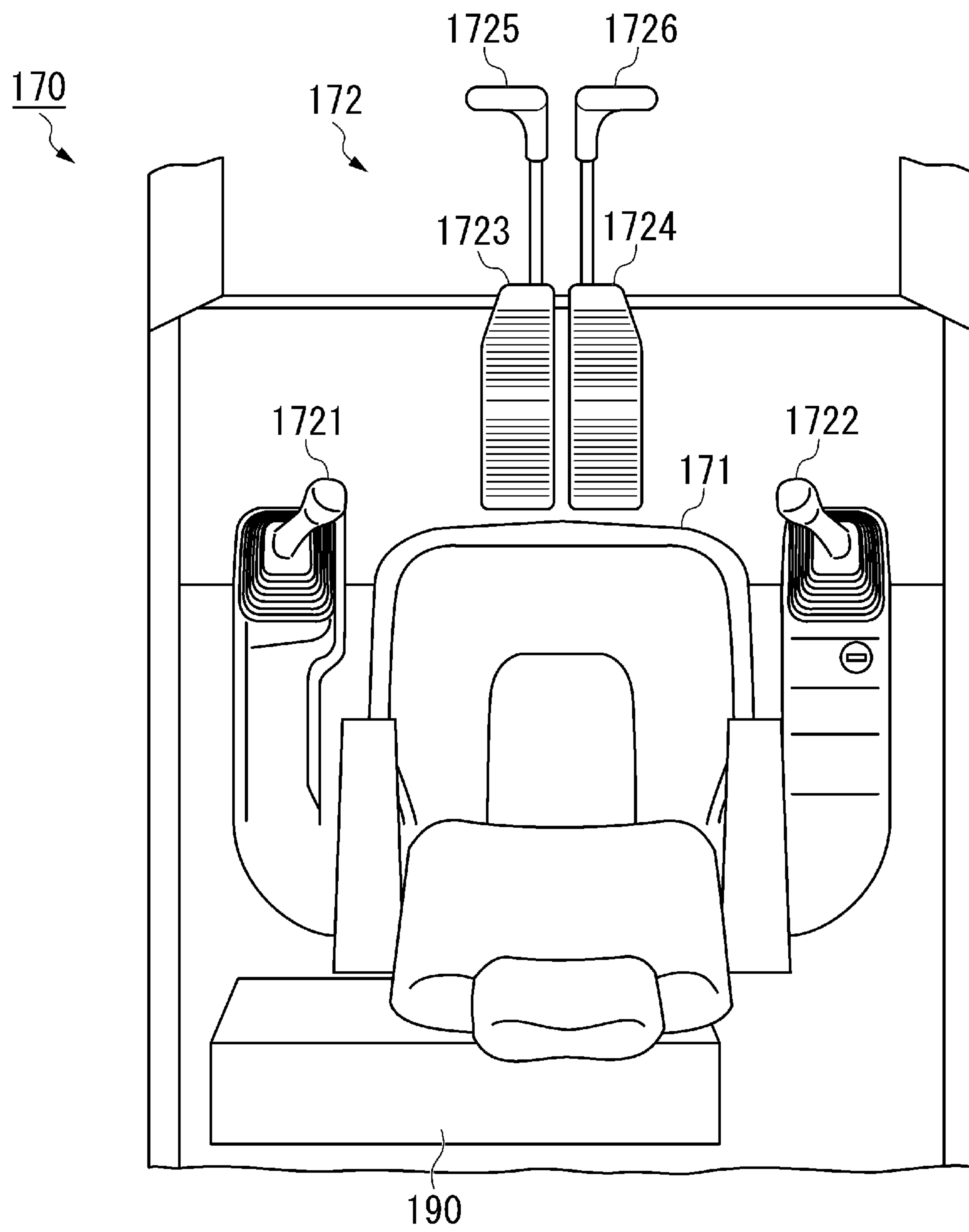
[図2]



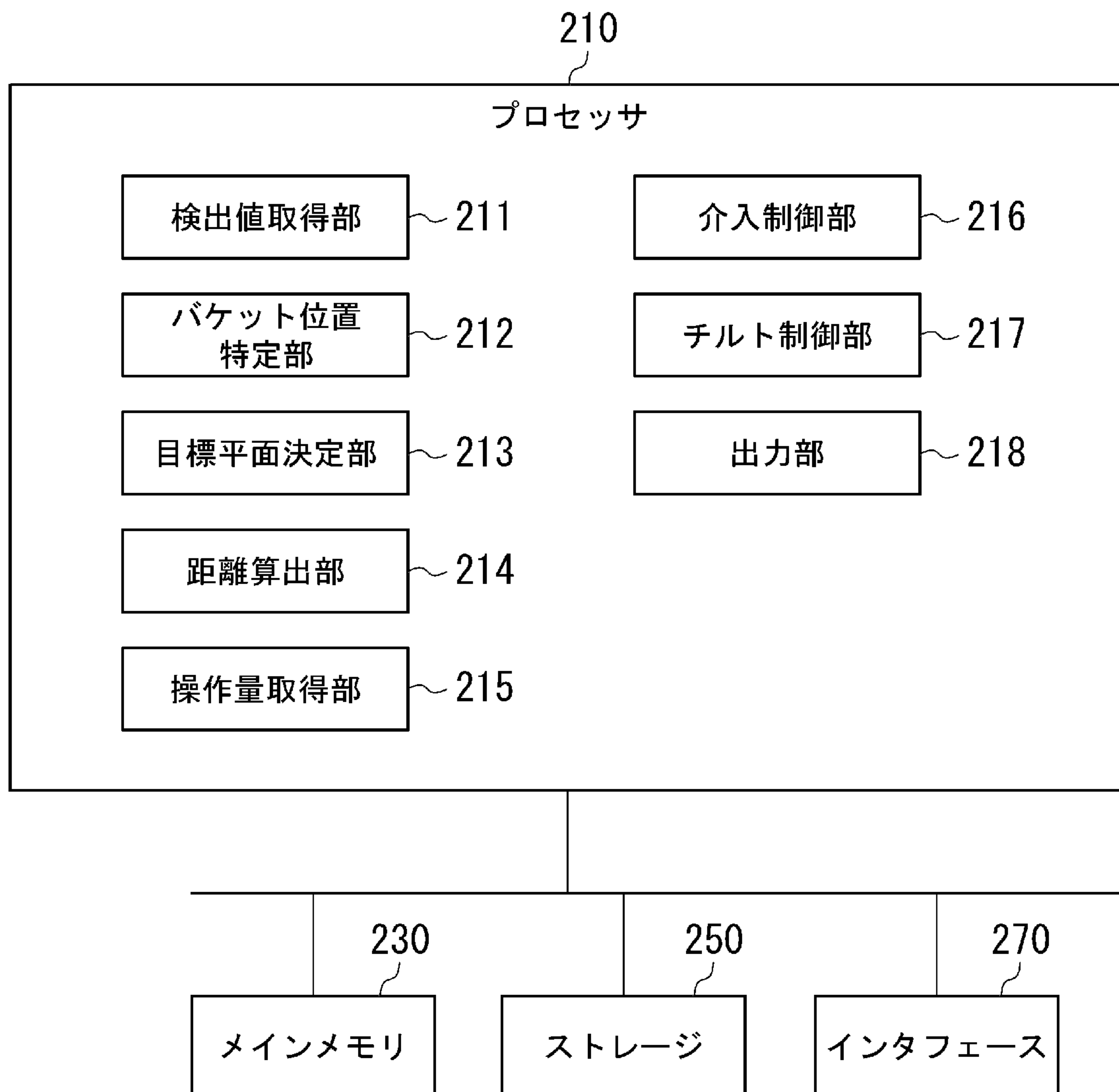
[図3]



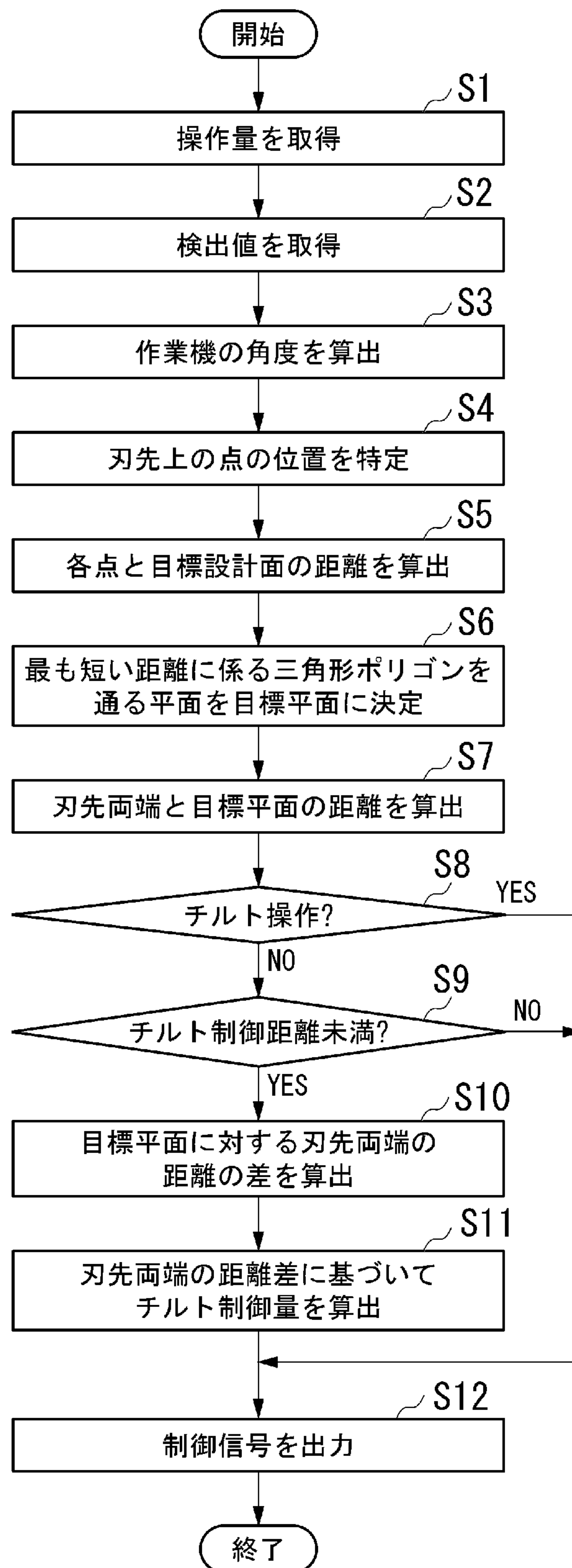
[図4]



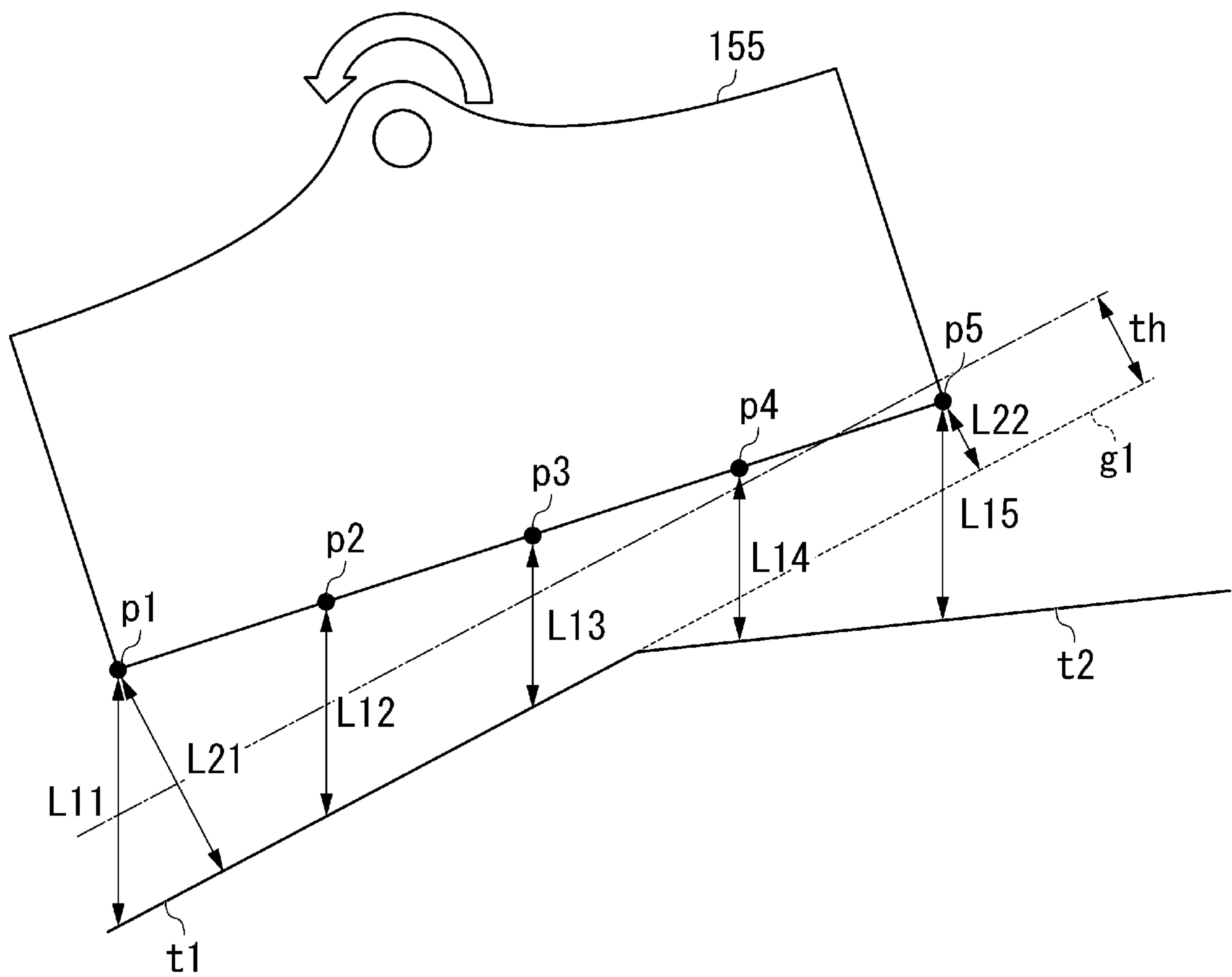
[図5]



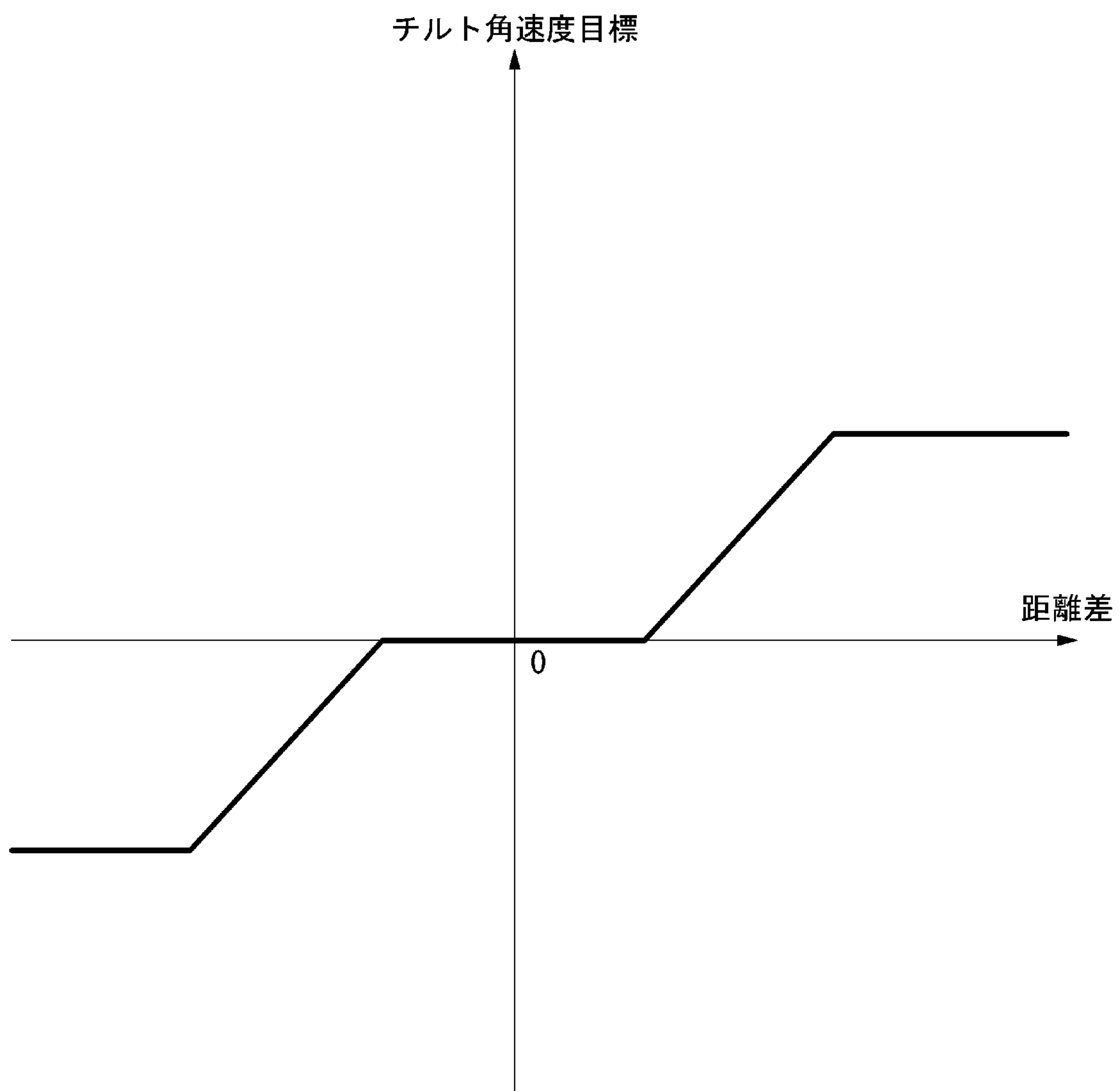
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/043748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER E02F 3/43 (2006.01) i; E02F 9/26 (2006.01) i FI: E02F9/26 B; E02F3/43 C 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) E02F3/43; E02F9/26 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 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	WO 2014/054327 A1 (KOMATSU LTD.) 10 April 2014 (2014-04-10) paragraphs [0022]-[0028], [0035]-[0039], [0081]-[0093], fig. 1-6, 9, 13-16	1-6, 9
Y	paragraphs [0022]-[0028], [0035]-[0039], [0081]-[0093], fig. 1-6, 9, 13-16	7-8
A	WO 2016/158779 A1 (SUMITOMO (S.H.I.) CONSTRUCTION MACHINERY COMPANY, LIMITED) 06 October 2016 (2016-10-06) paragraphs [0046]-[0048], fig. 4	1-6, 9
Y	paragraphs [0046]-[0048], fig. 4	7-8
A	JP 2019-525039 A (CATERPILLAR TRIMBLE CONTROL TECHNOLOGIES LLC) 05 September 2019 (2019-09-05) paragraphs [0051]-[0052], fig. 1-3	1-6, 9
Y	paragraphs [0051]-[0052], fig. 1-3	7-8
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 February 2021 (05.02.2021)		Date of mailing of the international search report 16 February 2021 (16.02.2021)
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/JP2020/043748

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2014/054327 A1	10 Apr. 2014	JP 2014-74319 A US 2015/0345114 A1 paragraphs [0038]- [0045], [0052]- [0057], [0089]- [0101], fig. 1-6, 9, 13-16 CN 103906879 A DE 112013000124 T KR 10-2015-0022922 A	
WO 2016/158779 A1	06 Oct. 2016	JP 2019-173558 A US 2018/0016768 A1 paragraphs [0050]- [0052], fig. 4 EP 3276088 A CN 107407065 A KR 10-2017-0131484 A	
JP 2019-525039 A	05 Sep. 2019	US 2018/0030693 A1 paragraphs [0030]- [0031], fig. 1-3 AU 2017302521 A WO 2018/022499 A1 EP 3491196 A	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/043748
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E02F 3/43(2006.01)i; E02F 9/26(2006.01)i FI: E02F9/26 B; E02F3/43 C		
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）） E02F3/43; E02F9/26		
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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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	W0 2014/054327 A1（株式会社小松製作所）10.04.2014（2014 - 04 - 10） 段落0022 - 0028、0035 - 0039、0081 - 0093、図1 - 6、9、13 - 16	1 - 6, 9
Y	段落0022 - 0028、0035 - 0039、0081 - 0093、図1 - 6、9、13 - 16	7 - 8
A	W0 2016/158779 A1（住友建機株式会社）06.10.2016（2016 - 10 - 06） 段落0046 - 0048、図4	1 - 6, 9
Y	段落0046 - 0048、図4	7 - 8
A	JP 2019-525039 A（キャタピラー トリンブル コントロール テクノロジーズ） 05.09.2019（2019 - 09 - 05） 段落0051 - 0052、図1 - 3	1 - 6, 9
Y	段落0051 - 0052、図1 - 3	7 - 8
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.02.2021	国際調査報告の発送日 16.02.2021	
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） 高橋 雅明 2B 4080 電話番号 03-3581-1101 内線 3237	

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2014/054327	A1	10.04.2014	JP	2014-74319	A	
				US	2015/0345114	A1	
				段落 0 0 3 8 - 0 0 4 5、 0 0 5 2 - 0 0 5 7、0 0 8 9 - 0 1 0 1、図 1 - 6、9、1 3 - 1 6			
				CN	103906879	A	
				DE	112013000124	T	
				KR	10-2015-0022922	A	
WO	2016/158779	A1	06.10.2016	JP	2019-173558	A	
				US	2018/0016768	A1	
				段落 0 0 5 0 - 0 0 5 2、 図 4			
				EP	3276088	A	
				CN	107407065	A	
				KR	10-2017-0131484	A	
JP	2019-525039	A	05.09.2019	US	2018/0030693	A1	
				段落 0 0 3 0 - 0 0 3 1、 図 1 - 3			
				AU	2017302521	A	
				WO	2018/022499	A1	
				EP	3491196	A	