(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
2016 年 11 月 24 日(24.11.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/186218 A1

(51) 国際特許分類:
E02F 3/43 (2006.01) *E02F 9/26* (2006.01)
E02F 9/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066077

(22) 国際出願日: 2016 年 5 月 31 日(31.05.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 岩村　力(IWAMURA, Tsutomu); 〒2548567 神奈川県平塚市万田１２００　株式会社小松製作所　開発本部内 Kanagawa (JP). 岩崎　吉朗(IWASAKI, Yoshiro); 〒2548567 神奈川県平塚市万田１２００　株式会社小松製作所　開発本部内 Kanagawa (JP). 市原　将志(ICHIHARA, Masashi); 〒2548567 神奈川県平塚市万田１２００　株式会社小松製作所　開発本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

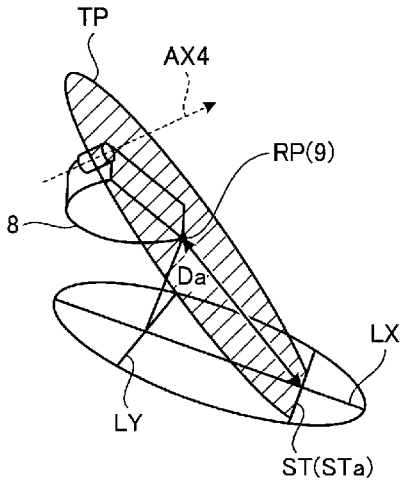
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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).

[続葉有]

(54) **Title**: CONSTRUCTION MACHINERY CONTROL SYSTEM, CONSTRUCTION MACHINERY, AND CONSTRUCTION MACHINERY CONTROL METHOD

(54) 発明の名称 : 建設機械の制御システム、建設機械、及び建設機械の制御方法



(57) **Abstract**: A construction machinery control system comprises: a target construction landform generating unit that generates a target construction landform that indicates the target shape for the excavation site; a tilt data calculating unit that calculates tilt data for a bucket that tilts and rotates about a tilt axis; a reference point position data calculating unit that calculates, on the basis of contour data for the bucket including at least bucket width data, the position data for a reference point set on the bucket; a tilt target landform calculating unit that calculates a tilt target landform that extends from the sides of the bucket in the target construction landform on the basis of the reference point position data, the target construction landform, and the tilt data; and a work machine controlling unit that controls the tilt rotation of the bucket on the basis of distance between the reference point and the tilt target landform.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/186218 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。（規則 48.2(h)）

— 出願人の請求に基づく第２１条(2)(a)による期間経過前の公開。

建設機械の制御システムは、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形を生成する目標施工地形生成部と、チルト軸を中心にチルト回転するバケットのチルトデータを算出するチルトデータ算出部と、バケットの幅データを少なくとも含むバケットの外形データに基づいて、バケットに設定される規定点の位置データを算出する規定点位置データ算出部と、規定点の位置データと目標施工地形とチルトデータとに基づいて、目標施工地形においてバケットの側方方向に延在するチルト目標地形を算出するチルト目標地形算出部と、規定点とチルト目標地形との距離に基づいて、バケットのチルト回転を制御する作業機制御部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

建設機械の制御システム、建設機械、及び建設機械の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、建設機械の制御システム、建設機械、及び建設機械の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１に開示されているような、チルト式バケットを有する作業機を備える建設機械が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１５／１８６１７９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 建設機械の制御に係る技術分野において、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形に対して、作業機のうちブーム、アーム、及びバケットの少なくとも一つの位置又は姿勢を制御する作業機制御が知られている。作業機制御が実施されることにより、目標施工地形に則った施工が実施される。

[0005] チルト式バケットを有する建設機械においては、既存の作業機制御に加えてチルト式バケットに固有の制御を実施しなければ、建設機械の作業効率が低下する。

[0006] 本発明の態様は、チルト式バケットを有する作業機を備える建設機械において、作業効率の低下を抑制できる建設機械の制御システム、建設機械、及び建設機械の制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第１の態様に従えば、アームと、バケット軸及び前記バケット軸

と直交するチルト軸のそれぞれを中心に前記アームに対して回転可能なバケットとを含む作業機を備える建設機械の制御システムであって、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形を生成する目標施工地形生成部と、前記チルト軸を中心にチルト回転する前記バケットのチルトデータを算出するチルトデータ算出部と、前記バケットの幅データを少なくとも含む前記バケットの外形データに基づいて、前記バケットに設定される規定点の位置データを算出する規定点位置データ算出部と、前記規定点の位置データと前記目標施工地形と前記チルトデータとに基づいて、前記目標施工地形において前記バケットの側方方向に延在するチルト目標地形を算出するチルト目標地形算出部と、前記規定点と前記チルト目標地形との距離に基づいて、前記バケットのチルト回転を制御する作業機制御部と、を備える建設機械の制御システムが提供される。

[0008] 本発明の第２の態様に従えば、上部旋回体と、前記上部旋回体を支持する下部走行体と、前記アームと前記バケットとを含み、前記上部旋回体に支持される作業機と、第１の態様の建設機械の制御システムと、を備える建設機械が提供される。

[0009] 本発明の第３の態様に従えば、アームと、バケット軸及び前記バケット軸と直交するチルト軸のそれぞれを中心に前記アームに対して回転可能なバケットとを含む作業機を備える建設機械の制御方法であって、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形を生成することと、前記チルト軸を中心にチルト回転する前記バケットのチルトデータを算出することと、前記バケットの幅に関するデータを少なくとも含む前記バケットの外形データに基づいて、前記バケットに設定される規定点の位置データを算出することと、前記規定点の位置データと前記目標施工地形と前記チルトデータとに基づいて、前記目標施工地形において前記バケットの側方方向に延在するチルト目標地形を算出することと、前記規定点と前記チルト目標地形との距離に基づいて、前記バケットのチルト回転を制御する制御信号を出力することと、を含む建設機械の制御方法が提供される。

発明の効果

[0010] 本発明の態様によれば、チルト式バケットを有する作業機を備える建設機械において、作業効率の低下を抑制できる建設機械の制御システム、建設機械、及び建設機械の制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、本実施形態に係る建設機械の一例を示す斜視図である。

[図2]図２は、本実施形態に係るバケットの一例を示す側断面図である。

[図3]図３は、本実施形態に係るバケットの一例を示す正面図である。

[図4]図４は、本実施形態に係る油圧ショベルを模式的に示す側面図である。

[図5]図５は、本実施形態に係る油圧ショベルを模式的に示す背面図である。

[図6]図６は、本実施形態に係る油圧ショベルを模式的に示す平面図である。

[図7]図７は、本実施形態に係るバケットを模式的に示す側面図である。

[図8]図８は、本実施形態に係るバケットを模式的に示す正面図である。

[図9]図９は、本実施形態に係る油圧システムの一例を示す模式図である。

[図10]図１０は、本実施形態に係る油圧システムの一例を示す模式図である。

[図11]図１１は、本実施形態に係る制御システムの一例を示す機能ブロック図である。

[図12]図１２は、本実施形態に係るバケットに設定される規定点の一例を模式的に示す図である。

[図13]図１３は、本実施形態に係る目標施工データの一例を示す模式図である。

[図14]図１４は、本実施形態に係る目標施工地形の一例を示す模式図である。

[図15]図１５は、本実施形態に係るチルト動作平面の一例を示す模式図である。

[図16]図１６は、本実施形態に係るチルト動作平面の一例を示す模式図である。

[図17]図１７は、本実施形態に係るチルト目標地形の一例を示す模式図である。

[図18]図１８は、本実施形態に係るチルト目標地形の一例を示す模式図である。

[図19]図１９は、本実施形態に係るチルト停止制御を説明するための模式図である。

[図20]図２０は、本実施形態に係る動作距離と制限速度との関係の一例を示す図である。

[図21]図２１は、本実施形態に係るバケットの作用を説明するための模式図である。

[図22]図２２は、本実施形態に係るバケットの作用を説明するための模式図である。

[図23]図２３は、本実施形態に係るバケットの作用を説明するための模式図である。

[図24]図２４は、本実施形態に係るバケットの作用を説明するための模式図である。

[図25]図２５は、本実施形態に係る油圧ショベルの制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図26]図２６は、本実施形態に係るチルト動作平面の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する各実施形態の構成要素は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

[0013] 以下の説明においては、グローバル座標系（ＸｇＹｇＺｇ座標系）及びローカル座標系（ＸＹＺ座標系）を設定して各部の位置関係について説明する。グローバル座標系とは、全地球測位システム（Global Positioning System：ＧＰＳ）のような全地球航法衛星システム（Global Navigation Satel

lite System：ＧＮＳＳ）により規定される絶対位置を示す座標系である。ローカル座標系とは、建設機械の基準位置に対する相対位置を示す座標系である。

[0014] ［建設機械］

図１は、本実施形態に係る建設機械１００の一例を示す斜視図である。本実施形態においては、建設機械１００が油圧ショベルである例について説明する。以下の説明においては、建設機械１００を適宜、油圧ショベル１００、と称する。

[0015] 図１に示すように、油圧ショベル１００は、油圧により作動する作業機１と、作業機１を支持する車体である上部旋回体２と、上部旋回体２を支持する走行装置である下部走行体３と、作業機１を操作するための操作装置３０と、作業機１を制御する制御装置５０とを備える。上部旋回体２は、下部走行体３に支持された状態で旋回軸ＲＸを中心に旋回可能である。

[0016] 上部旋回体２は、オペレータが搭乗する運転室４と、エンジン及び油圧ポンプが収容される機械室５とを有する。運転室４は、オペレータが着座する運転席４Ｓを有する。機械室５は、運転室４の後方に配置される。

[0017] 下部走行体３は、一対の履帯３Ｃを有する。履帯３Ｃの回転により、油圧ショベル１００が走行する。なお、下部走行体３がタイヤを有してもよい。

[0018] 作業機１は、上部旋回体２に支持される。作業機１は、ブームピンを介して上部旋回体２に連結されるブーム６と、アームピンを介してブーム６に連結されるアーム７と、バケットピン及びチルトピンを介してアーム７に連結されるバケット８とを有する。バケット８は、刃先９を有する。本実施形態において、バケット８の刃先９は、バケット８に設けられたストレート形状の刃の先端部である。なお、バケット８の刃先９は、バケット８に設けられた凸形状の刃の先端部でもよい。

[0019] ブーム６は、回転軸であるブーム軸ＡＸ１を中心に上部旋回体２に対して回転可能である。アーム７は、回転軸であるアーム軸ＡＸ２を中心にブーム６に対して回転可能である。バケット８は、回転軸であるバケット軸ＡＸ３

及びバケット軸ＡＸ３と直交する回転軸であるチルト軸ＡＸ４のそれぞれを中心にアーム７に対して回転可能である。回転軸ＡＸ１と回転軸ＡＸ２と回転軸ＡＸ３とは平行である。回転軸ＡＸ１，ＡＸ２，ＡＸ３と旋回軸ＲＸと平行な軸とは直交する。回転軸ＡＸ１，ＡＸ２，ＡＸ３は、ローカル座標系のＹ軸と平行である。旋回軸ＲＸは、ローカル座標系のＺ軸と平行である。回転軸ＡＸ１，ＡＸ２，ＡＸ３と平行な方向は、上部旋回体２の車幅方向を示す。旋回軸ＲＸと平行な方向は、上部旋回体２の上下方向を示す。回転軸ＡＸ１，ＡＸ２，ＡＸ３及び旋回軸ＲＸの両方と直交する方向は、上部旋回体２の前後方向を示す。運転席４Ｓに着座したオペレータを基準として作業機１が存在する方向が前方である。

[0020] 作業機１は、油圧シリンダ１０が発生する動力により作動する。油圧シリンダ１０は、ブーム６を作動させるブームシリンダ１１と、アーム７を作動させるアームシリンダ１２と、バケット８を作動させるバケットシリンダ１３及びチルトシリンダ１４とを含む。

[0021] また、作業機１は、ブームシリンダ１１の駆動量を示すブームストロークを検出するブームストロークセンサ１６と、アームシリンダ１２の駆動量を示すアームストロークを検出するアームストロークセンサ１７と、バケットシリンダ１３の駆動量を示すバケットストロークを検出するバケットストロークセンサ１８と、チルトシリンダ１４の駆動量を示すチルトストロークを検出するチルトストロークセンサ１９とを有する。ブームストロークセンサ１６は、ブームシリンダ１１に配置される。アームストロークセンサ１７は、アームシリンダ１２に配置される。バケットストロークセンサ１８は、バケットシリンダ１３に配置される。チルトストロークセンサ１９は、チルトシリンダ１４に配置される。

[0022] 操作装置３０は、運転室４に配置される。操作装置３０は、油圧ショベル１００のオペレータに操作される操作部材を含む。オペレータは、操作装置３０を操作して、作業機１を作動させる。本実施形態において、操作装置３０は、右作業機操作レバー３０Ｒと、左作業機操作レバー３０Ｌと、チルト

操作レバー３０Ｔと、操作ペダル３０Ｆとを含む。

[0023] 中立位置にある右作業機操作レバー３０Ｒが前方に操作されると、ブーム６が下げ動作し、後方に操作れると、ブーム６が上げ動作する。中立位置にある右作業機操作レバー３０Ｒが右方に操作されると、バケット８がダンプし、左方に操作されると、バケット８が掘削する。

[0024] 中立位置にある左作業機操作レバー３０Ｌが前方に操作されると、アーム７がダンプし、後方に操作されると、アーム７が掘削する。中立位置にある左作業機操作レバー３０Ｌが右方に操作されると、上部旋回体２が右旋回し、左方に操作されると、上部旋回体２が左旋回する。

[0025] なお、右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌの操作方向と、作業機１の動作方向及び上部旋回体２の旋回方向との関係は、上述の関係でなくてもよい。

[0026] 制御装置５０は、コンピュータシステムを含む。制御装置５０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）のようなプロセッサと、ＲＯＭ（Read Only Memory）のような不揮発性メモリ及びＲＡＭ（Random Access Memory）のような揮発性メモリを含む記憶装置と、入出力インターフェース装置とを有する。

[0027] ［バケット］

次に、本実施形態に係るバケット８について説明する。図２は、本実施形態に係るバケット８の一例を示す側断面図である。図３は、本実施形態に係るバケット８の一例を示す正面図である。本実施形態において、バケット８は、チルト式バケットである。

[0028] 図２及び図３に示すように、作業機１は、バケット軸ＡＸ３及びバケット軸ＡＸ３と直交するチルト軸ＡＸ４のそれぞれを中心にアーム７に対して回転可能なバケット８を有する。バケット８は、バケットピン８Ｂを介してアーム７に回転可能に連結される。また、バケット８は、チルトピン８Ｔを介してアーム７に回転可能に支持される。

[0029] バケット８は、接続部材９０を介して、アーム７の先端部に接続される。

バケットピン８Ｂは、アーム７と接続部材９０とを連結する。チルトピン８Ｔは、接続部材９０とバケット８とを連結する。バケット８は、接続部材９０を介して、アーム７に回転可能に接続される。

[0030] バケット８は、底板８１と、背板８２と、上板８３と、側板８４と、側板８５とを含む。バケット８は、上板８３の上部に設けられたブラケット８７を有する。ブラケット８７は、上板８３の前後位置に設置される。ブラケット８７は、接続部材９０及びチルトピン８Ｔと連結される。

[0031] 接続部材９０は、プレート部材９１と、プレート部材９１の上面に設けられたブラケット９２と、プレート部材９１の下面に設けられたブラケット９３とを有する。ブラケット９２は、アーム７及び第２リンクピン９５Ｐと連結される。ブラケット９３はブラケット８７の上部に設置され、チルトピン８Ｔ及びブラケット８７と連結される。

[0032] バケットピン８Ｂは、接続部材９０のブラケット９２とアーム７の先端部とを連結する。チルトピン８Ｔは、接続部材９０のブラケット９３とバケット８のブラケット８７とを連結する。接続部材９０及びバケット８は、アーム７に対してバケット軸ＡＸ３を中心に回転可能である。バケット８は、接続部材９０に対してチルト軸ＡＸ４を中心に回転可能である。

[0033] 作業機１は、第１リンクピン９４Ｐを介してアーム７に回転可能に接続される第１リンク部材９４と、第２リンクピン９５Ｐを介してブラケット９２に回転可能に接続される第２リンク部材９５とを有する。第１リンク部材９４の基端部が第１リンクピン９４Ｐを介してアーム７に接続される。第２リンク部材９５の基端部が第２リンクピン９５Ｐを介してブラケット９２に接続される。第１リンク部材９４の先端部と第２リンク部材９５の先端部とが、バケットシリンダトップピン９６を介して連結される。

[0034] バケットシリンダ１３の先端部は、バケットシリンダトップピン９６を介して、第１リンク部材９４の先端部及び第２リンク部材９５の先端部と回転可能に接続される。バケットシリンダ１３が伸縮するように作動すると、接続部材９０はバケット８と一緒にバケット軸ＡＸ３を中心に回転する。

[0035] チルトシリンダ１４は、接続部材９０に設けられたブラケット９７及びバケット８に設けられたブラケット８８のそれぞれに接続される。チルトシリンダ１４のロッドがピンを介してブラケット９７に接続される。チルトシリンダ１４の本体部がピンを介してブラケット８８に接続される。チルトシリンダ１４が伸縮するように作動すると、バケット８はチルト軸ＡＸ４を中心に回転する。なお、本実施形態に係るチルトシリンダ１４の接続構造は一例でありこれに限定されない。

[0036] このように、バケット８は、バケットシリンダ１３の作動により、バケット軸ＡＸ３を中心に回転する。バケット８は、チルトシリンダ１４の作動により、チルト軸ＡＸ４を中心に回転する。バケット８がバケット軸ＡＸ３を中心に回転すると、チルトピン８Ｔはバケット８と一緒に回転する。

[0037] ［検出システム］

次に、本実施形態に係る油圧ショベル１００の検出システム４００について説明する。図４は、本実施形態に係る油圧ショベル１００を模式的に示す側面図である。図５は、本実施形態に係る油圧ショベル１００を模式的に示す背面図である。図６は、本実施形態に係る油圧ショベル１００を模式的に示す平面図である。図７は、本実施形態に係るバケット８を模式的に示す側面図である。図８は、本実施形態に係るバケット８を模式的に示す正面図である。

[0038] 図４、図５、及び図６に示すように、検出システム４００は、上部旋回体２の位置を算出する位置演算装置２０と、作業機１の角度を算出する作業機角度演算装置２４とを有する。

[0039] 位置演算装置２０は、上部旋回体２の位置を検出する車体位置演算器２１と、上部旋回体２の姿勢を検出する姿勢演算器２２と、上部旋回体２の方位を検出する方位演算器２３とを含む。

[0040] 車体位置演算器２１は、ＧＰＳ受信機を含む。車体位置演算器２１は、上部旋回体２に設けられる。車体位置演算器２１は、グローバル座標系で規定される上部旋回体２の絶対位置Ｐｇを検出する。上部旋回体２の絶対位置Ｐ

ｇは、Ｘｇ軸方向の座標データ、Ｙｇ軸方向の座標データ、及びＺｇ軸方向の座標データを含む。

[0041] 上部旋回体２に複数のＧＰＳアンテナ２１Ａが設けられる。ＧＰＳアンテナ２１Ａは、ＧＰＳ衛星から電波を受信して、受信した電波に基づいて生成した信号を車体位置演算器２１に出力する。車体位置演算器２１は、ＧＰＳアンテナ２１Ａから供給された信号に基づいて、グローバル座標系で規定されるＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒを検出する。車体位置演算器２１は、ＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒに基づいて、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇを検出する。

[0042] ＧＰＳアンテナ２１Ａは、車幅方向に２つ設けられる。車体位置演算器２１は、一方のＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒａ及び他方のＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒｂのそれぞれを検出する。車体位置演算器２１Ａは、位置Ｐｒａ及び位置Ｐｒｂの少なくとも一方に基づいて演算処理を実施して、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇを算出する。本実施形態において、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇは、位置Ｐｒａである。なお、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇは、位置Ｐｒｂでもよいし、位置Ｐｒａと位置Ｐｒｂとの間の位置でもよい。

[0043] 姿勢演算器２２は、慣性計測装置（Inertial Measurement Unit：ＩＭＵ）を含む。姿勢演算器２２は、上部旋回体２に設けられる。姿勢演算器２２は、グローバル座標系で規定される水平面（ＸｇＹｇ平面）に対する上部旋回体２の傾斜角度を算出する。水平面に対する上部旋回体２の傾斜角度は、車幅方向における上部旋回体２の傾斜角度を示すロール角度θ１と、前後方向における上部旋回体２の傾斜角度を示すピッチ角度θ２とを含む。

[0044] 方位演算器２３は、一方のＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒａと他方のＧＰＳアンテナ２１Ａが設置されている位置Ｐｒｂとに基づいて、グローバル座標系で規定される基準方位に対する上部旋回体２の方位を算出する。基準方位は、例えば北である。方位演算器２３は、位置Ｐｒａと位置Ｐｒｂとに基づいて演算処理を実施して、基準方位に対する上部旋回体

２の方位を算出する。方位演算器２３は、位置Ｐｒａと位置Ｐｒｂとを結ぶ直線を算出し、算出した直線と基準方位とがなす角度に基づいて、基準方位に対する上部旋回体２の方位を算出する。基準方位に対する上部旋回体２の方位は、基準方位と上部旋回体２の方位とがなす角度を示すヨー角度θ３を含む。

[0045] 図４、図７、及び図８に示すように、作業機角度演算装置２４は、ブームストロークセンサ１６で検出されたブームストロークに基づいて、ローカル座標系のＺ軸に対するブーム６の傾斜角度を示すブーム角度αを算出する。作業機角度演算装置２４は、アームストロークセンサ１７で検出されたアームストロークに基づいて、ブーム６に対するアーム７の傾斜角度を示すアーム角度βを算出する。作業機角度演算装置２４は、バケットストロークセンサ１８で検出されたバケットストロークに基づいて、アーム７に対するバケット８の刃先９の傾斜角度を示すバケット角度γを算出する。作業機角度演算装置２４は、チルトストロークセンサ１９で検出されたチルトストロークに基づいて、ＸＹ平面に対するバケット８の傾斜角度を示すチルト角度δを算出する。作業機角度演算装置２４は、ブームストロークセンサ１６で検出されたブームストローク、アームストロークセンサ１７で検出されたアームストローク、及びバケットストロークセンサ１８で検出されたチルトストロークに基づいて、ＸＹ平面に対するチルト軸ＡＸ４の傾斜角度を示すチルト軸角度εを算出する。

[0046] なお、ブーム角度α、アーム角度β、バケット角度γ、チルト角度δ、及びチルト軸角度εは、ストロークセンサを用いずに、例えば、作業機１０に設けられた角度センサにより検出されてもよい。また、ステレオカメラ又はレーザスキャナで作業機１０の角度が光学的に検出され、その検出結果を使って、ブーム角度α、アーム角度β、バケット角度γ、チルト角度δ、及びチルト軸角度εが算出されてもよい。

[0047] ［油圧システム］

次に、本実施形態に係る油圧ショベル１００の油圧システム３００の一例

について説明する。図９及び図１０は、本実施形態に係る油圧システム３００の一例を示す模式図である。ブームシリンダ１１、アームシリンダ１２、バケットシリンダ１３、及びチルトシリンダ１４を含む油圧シリンダ１０は、油圧システム３００により駆動する。油圧システム３００は、油圧シリンダ１０に作動油を供給して、油圧シリンダ１０を駆動する。油圧システム３００は、流量制御弁２５を有する。流量制御弁２５は、油圧シリンダ１０に対する作動油の供給量及び作動油が流れる方向を制御する。油圧シリンダ１０は、キャップ側油室１０Ａ及びロッド側油室１０Ｂを有する。キャップ側油室１０Ａは、シリンダヘッドカバーとピストンとの間の空間である。ロッド側油室１０Ｂは、ピストンロッドが配置される空間である。油路３５Ａを介してキャップ側油室１０Ａに作動油が供給されることにより、油圧シリンダ１０が伸びる。油路３５Ｂを介してロッド側油室１０Ｂに作動油が供給されることにより、油圧シリンダ１０が縮む。

[0048] 図９は、アームシリンダ１２を作動する油圧システム３００の一例を示す模式図である。油圧システム３００は、作動油を供給する可変容量型のメイン油圧ポンプ３１と、パイロット油を供給するパイロット圧ポンプ３２と、パイロット油が流れる油路３３Ａ，３３Ｂと、油路３３Ａ，３３Ｂに配置された圧力センサ３４Ａ，３４Ｂと、流量制御弁２５に作用するパイロット圧を調整する制御弁３７Ａ，３７Ｂと、流量制御弁２５に対するパイロット圧を調整する右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌを含む操作装置３０と、制御装置５０とを備える。操作装置３０の右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌは、パイロット油圧方式の操作装置である。

[0049] メイン油圧ポンプ３１から供給された作動油は、方向制御弁２５を介して、アームシリンダ１２に供給される。流量制御弁２５は、ロッド状のスプールを軸方向に移動して作動油が流れる方向を切り替えるスライドスプール方式の流量制御弁である。スプールが軸方向に移動することにより、アームシリンダ１２のキャップ側油室１０Ａに対する作動油の供給と、ロッド側油室

１０Ｂに対する作動油の供給とが切り替わる。また、スプールが軸方向に移動することにより、アームシリンダ１２に対する単位時間当たりの作動油の供給量が調整される。アームシリンダ１２に対する作動油の供給量が調整されることにより、シリンダ速度が調整される。

[0050] 流量制御弁２５は、操作装置３０によって操作される。パイロット圧ポンプ３２から送出されたパイロット油が操作装置３０に供給される。なお、メイン油圧ポンプ３１から送出され、減圧弁によって減圧されたパイロット油が操作装置３０に供給されてもよい。操作装置３０は、パイロット圧調整弁を含む。操作装置３０の操作量に基づいて制御弁３７Ａ，３７Ｂが作動され、流量制御弁２５のスプールに作用するパイロット圧が調整される。パイロット圧によって、流量制御弁２５が駆動される。操作装置３０によりパイロット圧が調整されることによって、軸方向におけるスプールの移動量、移動速度、及び移動方向が調整される。

[0051] 流量制御弁２５は、第１受圧室及び第２受圧室を有する。左作業機操作レバー３０Ｌが中立位置より一方側に傾動するように操作され、油路３３Ａのパイロット圧によってスプールが移動すると、メイン油圧ポンプ３１からの作動油が第１受圧室に供給され、油路３５Ａを介してキャップ側油室１０Ａに作動油が供給される。左作業機操作レバー３０Ｌが中立位置より他方側に傾動するように操作され、油路３３Ｂのパイロット圧によってスプールが移動すると、メイン油圧ポンプ３１からの作動油が第２受圧室に供給され、油路３５Ｂを介してロッド側油室１０Ｂに作動油が供給される。

[0052] 圧力センサ３４Ａは、油路３３Ａのパイロット圧を検出する。圧力センサ３４Ｂは、油路３３Ｂのパイロット圧を検出する。圧力センサ３３Ａ，３３Ｂの検出信号は、制御装置５０に出力される。作業機制御を実施するとき、制御装置５０は、制御弁３７Ａ，３７Ｂに制御信号を出力して、パイロット圧を調整する。

[0053] ブームシリンダ１１及びバケットシリンダ１３を作動する油圧システム３００は、アームシリンダ１２を作動する油圧システム３００と同様の構成で

ある。ブームシリンダ１１及びバケットシリンダ１３を作動する油圧システム３００についての詳細な説明は省略する。なお、ブーム６について作業機制御を実施するために、ブームシリンダ１１に接続される油路３３Ａに、ブーム６の上げ動作に介入する介入用制御弁が接続されてもよい。

[0054] なお、操作装置３０の右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌは、パイロット油圧方式でなくてもよい。右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌは、右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌの操作量（傾動角）に基づいて電気信号を制御装置５０に出力して、制御装置５０の制御信号に基づいて流量制御弁２５を直接的に制御する電子レバー方式でもよい。

[0055] 図１０は、チルトシリンダ１４を作動する油圧システム３００の一例を模式的に示す図である。油圧システム３００は、チルトシリンダ１４に対する作動油の供給量を調整する流量制御弁２５と、流量制御弁２５に作用するパイロット圧を調整する制御弁３７Ａ，３７Ｂと、パイロット圧ポンプ３２と操作ペダル３０Ｆとの間に配置される制御弁３９と、操作装置３０のチルト操作レバー３０Ｔ及び操作ペダル３０Ｆと、制御装置５０とを備える。本実施形態において、操作装置３０の操作ペダル３０Ｆは、パイロット油圧方式の操作装置である。操作装置３０のチルト操作レバー３０Ｔは、電子レバー方式の操作装置である。チルト操作レバー３０Ｔは、右作業機操作レバー３０Ｒ及び左作業機操作レバー３０Ｌに設けられた操作ボタンを含む。

[0056] 操作装置３０の操作ペダル３０Ｆは、パイロット圧ポンプ３２に接続される。また、操作ペダル３０Ｆは、制御弁３７Ａから送出されるパイロット油が流れる油路３８Ａにシャトル弁３６Ａを介して接続される。また、操作ペダル３０Ｆは、制御弁３７Ｂから送出されるパイロット油が流れる油路３８Ｂにシャトル弁３６Ｂを介して接続される。操作ペダル３０Ｆが操作されることにより、操作ペダル３０Ｆとシャトル弁３６Ａとの間の油路３３Ａの圧力、及び操作ペダル３０Ｆとシャトル弁３６Ｂとの間の油路３３Ｂの圧力が調整される。

[0057] チルト操作レバー３０Ｔが操作されることにより、チルト操作レバー３０Ｔの操作により生成された操作信号が制御装置５０に出力される。制御装置５０は、チルト操作レバー３０Ｔから出力された操作信号に基づいて制御信号を生成し、制御弁３７Ａ，３７Ｂを制御する。制御弁３７Ａ，３７Ｂは、電磁比例制御弁である。制御弁３７Ａは、制御信号に基づいて、油路３８Ａを開閉する。制御弁３７Ｂは、制御信号に基づいて、油路３８Ｂを開閉する。

[0058] チルトバケット制御を実施しないとき、操作装置３０の操作量に基づいて、パイロット圧が調整される。チルトバケット制御を実施するとき、制御装置５０は、制御弁３７Ａ，３７Ｂに制御信号を出力して、パイロット圧を調整する。

[0059] ［制御システム］

次に、本実施形態に係る油圧ショベル１００の制御システム２００について説明する。図１１は、本実施形態に係る制御システム２００の一例を示す機能ブロック図である。

[0060] 図１１に示すように、制御システム２００は、作業機１を制御する制御装置５０と、位置演算装置２０と、作業機角度演算装置２４と、制御弁３７（３７Ａ，３７Ｂ）と、目標施工データ生成装置７０とを備える。

[0061] 位置演算装置２０は、車体位置演算器２１と、姿勢演算器２２と、方位演算器２３とを有する。位置演算装置２０は、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇ、ロール角度θ１及びピッチ角度θ２を含む上部旋回体２の姿勢、及びヨー角度θ３を含む上部旋回体２の方位を検出する。

[0062] 作業機角度演算装置２４は、ブーム角度α、アーム角度β、バケット角度γ、チルト角度δ、及びチルト軸角度εを含む作業機１の角度を検出する。

[0063] 制御弁３７（３７Ａ，３７Ｂ）は、チルトシリンダ１４に対する作動油の供給量を調整する。制御弁３７は、制御装置５０からの制御信号に基づいて作動する。

[0064] 目標施工データ生成装置７０は、コンピュータシステムを含む。目標施工

データ生成装置７０は、施工エリアの目標形状である目標地形を示す目標施工データを生成する。目標施工データは、作業機１による施工後に得られる３次元の目標形状を示す。

[0065] 目標施工データ生成装置７０は、油圧ショベル１００の遠隔地に設けられる。目標施工データ生成装置７０は、例えば施工管理会社の設備に設置される。目標施工データ生成装置７０と制御装置５０とは無線通信可能である。目標施工データ生成装置７０で生成された目標施工データは、無線で制御装置５０に送信される。

[0066] なお、目標施工データ生成装置７０と制御装置５０とが有線で接続され、目標施工データ生成装置７０から制御装置５０に目標施工データが送信されてもよい。なお、目標施工データ生成装置７０が目標施工データを記憶した記録媒体を含み、制御装置５０が、記録媒体から目標施工データを読み込み可能な装置を有してもよい。

[0067] なお、目標施工データ生成装置７０は、油圧ショベル１００に設けられてもよい。施工を管理する外部の管理装置から目標施工データが有線又は無線で油圧ショベル１００の目標施工データ生成装置７０に供給され、目標施工データ生成装置７０が供給された目標施工データを記憶してもよい。

[0068] 制御装置５０は、車体位置データ取得部５１と、作業機角度データ取得部５２と、規定点位置データ算出部５３Ａと、候補規定点データ算出部５３Ｂと、目標施工地形生成部５４と、チルトデータ算出部５５と、チルト目標地形算出部５６と、作業機制御部５７と、制限速度決定部５８と、記憶部５９と、入出力部６０とを有する。

[0069] 車体位置データ取得部５１、作業機角度データ取得部５２、規定点位置データ算出部５３Ａ、候補規定点データ算出部５３Ｂ、目標施工地形生成部５４、チルトデータ算出部５５、チルト目標地形算出部５６、作業機制御部５７、及び制限速度決定部５８のそれぞれの機能は、制御装置５０のプロセッサによって発揮される。記憶部５９の機能は、制御装置５０の記憶装置によって果たされる。入出力部６０の機能は、制御装置５０の入出力インターフ

ェース装置によって果たされる。入出力部６３は、位置演算装置２０、作業機角度演算装置２４、制御弁３７、及び目標施工データ生成装置７０と接続され、車体位置データ取得部５１、作業機角度データ取得部５２、規定点位置データ算出部５３Ａ、候補規定点データ算出部５３Ｂ、目標施工地形生成部５４、チルトデータ算出部５５、チルト目標地形算出部５６、作業機制御部５７、制限速度決定部５８、及び記憶部５９との間でデータ通信する。

[0070] 記憶部５９は、作業機データを含む油圧ショベル１００の諸元データを記憶する。

[0071] 車体位置データ取得部５１は、位置演算装置２０から入出力部６０を介して車体位置データを取得する。車体位置データは、グローバル座標系で規定される上部旋回体２の絶対位置Ｐｇ、ロール角度θ１及びピッチ角度θ２を含む上部旋回体２の姿勢、及びヨー角度θ３を含む上部旋回体２の方位を含む。

[0072] 作業機角度データ取得部５２は、作業機角度演算装置２４から入出力部６０を介して作業機角度データを取得する。作業機角度データは、ブーム角度α、アーム角度β、バケット角度γ、チルト角度δ、及びチルト軸角度εを含む作業機１の角度を検出する。

[0073] 規定点位置データ算出部５３Ａは、目標施工地形とバケット８の幅データとバケット８の外面データとに基づいて、バケット８に設定される規定点ＲＰの位置データを算出する。規定点位置データ算出部５３は、車体位置データ取得部５１で取得された車体位置データと、作業機角度データ取得部５２で取得された作業機角度データと、記憶部５９に記憶されている作業機データとに基づいて、バケット８に設定される規定点ＲＰの位置データを算出する。

[0074] 図４に示すように、作業機データは、ブーム長さＬ１、アーム長さＬ２、バケット長さＬ３、チルト長さＬ４、及びバケット幅Ｌ５を含む。ブーム長さＬ１は、ブーム軸ＡＸ１とアーム軸ＡＸ２との距離である。アーム長さＬ２は、アーム軸ＡＸ２とバケット軸ＡＸ３との距離である。バケット長さＬ

３は、バケット軸ＡＸ３とバケット８の刃先９との距離である。チルト長さＬ４は、バケット軸ＡＸ３とチルト軸ＡＸ４との距離である。バケット幅Ｌ５は、側板８４と側板８５との距離である。

[0075] 図１２は、本実施形態に係るバケット８に設定される規定点ＲＰの一例を模式的に示す図である。図１２に示すように、バケット８には、チルトバケット制御に使用される規定点ＲＰの候補となる候補規定点ＲＰｃが複数設定される。候補規定点ＲＰｃは、バケット８の刃先９及びバケット８の外面に設定される。候補規定点ＲＰｃは、刃先９においてバケット幅方向に複数設定される。また、候補規定点ＲＰｃは、バケット８の外面において複数設定される。

[0076] また、作業機データは、バケット８の形状及び寸法を示すバケット外形データを含む。バケット外形データは、バケット幅Ｌ５を示すバケット８の幅データを含む。また、バケット外形データは、バケット８の外面の輪郭データを含むバケット８の外面データを含む。また、バケット外形データは、バケット８の刃先９を基準としたバケット８の複数の候補規定点ＲＰｃの座標データを含む。

[0077] 候補規定点データ算出部５３Ｂは、規定点ＲＰの候補となる複数の候補規定点ＲＰｃの位置データを算出する。候補規定点データ算出部５３Ｂは、上部旋回体２の基準位置Ｐ０に対する複数の候補規定点ＲＰｃそれぞれの相対位置を算出する。また、規定点位置データ算出部５３は、複数の候補規定点ＲＰｃそれぞれの絶対位置を算出する。

[0078] 候補規定点データ算出部５３Ｂは、ブーム長さＬ１、アーム長さＬ２、バケット長さＬ３、チルト長さＬ４、及びバケット外形データを含む作業機データと、ブーム角度α、アーム角度β、バケット角度γ、チルト角度δ、及びチルト軸角度εを含む作業機角度データに基づいて、上部旋回体２の基準位置Ｐ０に対するバケット８の複数の候補規定点ＲＰｃそれぞれの相対位置を算出することができる。図４に示すように、上部旋回体２の基準位置Ｐ０は、上部旋回体２の旋回軸ＲＸに設定される。なお、上部旋回体２の基準位

置Ｐ０は、ブーム軸ＡＸ１に設定されてもよい。

[0079] また、候補規定点データ算出部５３Ｂは、位置演算装置２０で検出された上部旋回体２の絶対位置Ｐｇと、上部旋回体２の基準位置Ｐ０とバケット８との相対位置とに基づいて、バケット８の絶対位置Ｐａを算出可能である。絶対位置Ｐｇと基準位置Ｐ０との相対位置は、油圧ショベル１００の諸元データから導出される既知データである。候補規定点データ算出部５３Ｂは、上部旋回体２の絶対位置Ｐｇを含む車体位置データと、上部旋回体２の基準位置Ｐ０とバケット８との相対位置と、作業機データと、作業機角度データとに基づいて、バケット８の複数の候補規定点ＲＰｃそれぞれの絶対位置を算出することができる。

[0080] なお、候補規定点ＲＰｃは、バケット８の幅データとバケット８の外面データとを含めば、点に限定されない。

[0081] 目標施工地形生成部５４は、目標施工データ生成装置７０から供給され記憶部６２に記憶された目標施工データに基づいて、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形ＣＳを生成する。目標施工データ生成装置７０は、目標施工データとして、３次元目標地形データを目標施工地形生成部５４に供給してもよいし、目標形状の一部を示す複数のラインデータ又は複数のポイントデータを目標施工地形生成部５４に供給してもよい。本実施形態においては、目標施工データ生成装置７０は、目標施工データとして、目標形状の一部を示すラインデータを目標施工地形生成部５４に供給することとする。

[0082] 図１３は、本実施形態に係る目標施工データＣＤの一例を示す模式図である。図１３に示すように、目標施工データＣＤは、施工エリアの目標地形を示す。目標地形は、三角形ポリゴンによってそれぞれ表現される複数の目標施工地形ＣＳを含む。複数の目標施工地形ＣＳのそれぞれは、作業機１による掘削対象の目標形状を示す。目標施工データＣＤにおいて、目標施工地形ＣＳのうちバケット８との垂直距離が最も近い点ＡＰが規定される。また、目標施工データＣＤにおいて、点ＡＰ及びバケット８を通りバケット軸ＡＸ３と直交する作業機動作平面ＷＰが規定される。作業機動作平面ＷＰは、ブ

ームシリンダ１１、アームシリンダ１２、及びバケットシリンダ１３の少なくとも一つの作動によりバケット８の刃先９が移動する動作平面であり、ＸＺ平面と平行である。規定点位置データ算出部５３Ａは、目標施工地形ＣＳ及びバケット８の外形データに基づいて、目標施工地形ＣＳの点ＡＰに対して垂直距離が最も近くに規定される規定点ＲＰの位置データを算出する。規定点ＲＰを求めるとき、少なくともバケット８の幅に関係するデータが使用されればよい。また、規定点ＲＰはオペレータより指定されてもよい。

[0083] 目標施工地形生成部５４は、作業機動作平面ＷＰと目標施工地形ＣＳとの交線であるラインＬＸを取得する。また、目標施工地形生成部５４は、点ＡＰを通り目標施工地形ＣＳにおいてラインＬＸと直交するラインＬＹを取得する。ラインＬＹは、横動作平面ＶＰと目標施工地形ＣＳとの交線を示す。

[0084] 図１４は、本実施形態に係る目標施工地形ＣＳの一例を示す模式図である。目標施工地形生成部５４は、ラインＬＸ及びラインＬＹを取得して、ラインＬＸ及びラインＬＹに基づいて、掘削対象の目標形状を示す目標施工地形ＣＳを生成する。目標施工地形ＣＳをバケット８で掘削する場合、制御装置５０は、バケット８を通る作業機動作平面ＷＰと目標施工地形ＣＳとの交線であるラインＬＸに沿ってバケット８を移動させる。

[0085] チルトデータ算出部５５は、チルトデータとして、バケット８の規定点ＲＰを通りチルト軸ＡＸ４と直交するチルト動作平面ＴＰを算出する。

[0086] 図１５及び図１６は、本実施形態に係るチルト動作平面ＴＰの一例を示す模式図である。図１５は、チルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳと平行であるときのチルト動作平面ＴＰを示す。図１６は、チルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳと非平行であるときのチルト動作平面ＴＰを示す。

[0087] 図１５及び図１６に示すように、チルト動作平面ＴＰとは、バケット８に規定されている複数の候補規定点ＲＰｃから選択された規定点ＲＰを通りチルト軸ＡＸ４と直交する動作平面をいう。規定点ＲＰは、複数の候補規定点ＲＰｃのうち、チルトバケット制御において最も有利であると判定されたで規定点ＲＰである。チルトバケット制御において最も有利である規定点ＲＰ

は、目標施工地形ＣＳとの距離が最も近い規定点ＲＰである。なお、チルトバケット制御において最も有利である規定点ＲＰは、その規定点ＲＰに基づいてチルトバケット制御を実施したとき、油圧シリンダ１０のシリンダ速度が最も速くなる規定点ＲＰでもよい。

[0088] 図１５及び図１６は、一例として、刃先９に設定された規定点ＲＰを通るチルト動作平面ＴＰを示す。チルト動作平面ＴＰは、チルトシリンダ１４の作動によりバケット８の規定点ＲＰ（刃先９）が移動する動作平面である。ブームシリンダ１１、アームシリンダ１２、及びバケットシリンダ１３の少なくとも一つが作動し、チルト軸ＡＸ４の向きを示すチルト軸角度εが変化すると、チルト動作平面ＴＰの傾きも変化する。

[0089] 上述のように、作業機角度演算装置２４は、ＸＹ平面に対するチルト軸ＡＸ４の傾斜角度を示すチルト軸角度εを算出可能である。チルト軸角度εは、作業機角度データ取得部５２に取得される。また、規定点ＲＰの位置データは、規定点位置データ算出部５３Ａによって算出される。チルトデータ算出部５５は、作業機角度データ取得部５２で取得されたチルト軸ＡＸ４のチルト軸角度εと、規定点位置データ算出部５３Ａによって算出された規定点ＲＰの位置とに基づいて、チルト動作平面ＴＰを算出することができる。

[0090] チルト目標地形算出部５６は、複数の候補規定点ＲＰｃから選択された規定点ＲＰの位置データと目標施工地形ＣＳとチルトデータとに基づいて、目標施工地形ＣＳにおいてバケット８の側方方向に延在するチルト目標地形ＳＴを算出する。チルト目標地形算出部５６は、目標施工地形ＣＳとチルト動作平面ＴＰとの交差部により規定されるチルト目標地形ＳＴを算出する。図１５及び図１６に示すように、チルト目標地形ＳＴは、目標施工地形ＣＳとチルト動作平面ＴＰとの交線によって表される。チルト軸ＡＸ４の向きであるチルト軸角度εが変化すると、チルト目標地形ＳＴの位置が変化する。

[0091] 作業機制御部５７は、油圧シリンダ１０を制御するための制御信号を出力する。チルト停止制御を実施する場合、作業機制御部５７は、バケット８の規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの距離を示す動作距離Ｄａに基づいて、

チルト軸ＡＸ４を中心とするバケット８のチルト回転を停止させるチルト停止制御を実施する。すなわち、本実施形態においては、チルト目標地形ＳＴを基準にチルト停止制御が実施される。チルト停止制御においては、作業機制御部５７は、チルト回転するバケット８がチルト目標地形ＳＴを超えないように、チルト目標地形ＳＴでバケット８を停止させる。

[0092] 図１５に示すように、チルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳと平行であるとき、チルト目標地形ＳＴとラインＬＹとはほぼ一致する。したがって、チルト目標地形ＳＴを基準としたチルトバケット制御（チルト停止制御）とラインＬＹを基準としたチルトバケット制御（チルト停止制御）とは、実質的に同一である。

[0093] 作業機制御部５７は、バケット８に設定された複数の候補規定点ＲＰｃのうち動作距離Ｄａが最も短い規定点ＲＰに基づいて、チルト停止制御を実施する。すなわち、作業機制御部５７は、バケット８に設定された複数の候補規定点ＲＰｃのうちチルト目標地形ＳＴに最も近い規定点ＲＰがチルト目標地形ＳＴを超えないように、チルト目標地形ＳＴに最も近い規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの動作距離Ｄａに基づいて、チルト停止制御を実施する。

[0094] 制限速度決定部５８は、動作距離Ｄａに基づいて、バケット８のチルト回転速度についての制限速度Ｕを決定する。制限速度決定部５８は、動作距離Ｄａが閾値であるライン距離Ｈ以下のときに、チルト回転速度を制限する。

[0095] 図１７は、本実施形態に係るチルト停止制御を説明するための模式図である。図１７に示すように、目標施工地形ＣＳが規定されるとともに、速度制限介入ラインＩＬが規定される。速度制限ラインＩＬは、チルト軸ＡＸ４と平行であり、チルト目標地形ＳＴからライン距離Ｈだけ離れた位置に規定される。ライン距離Ｈは、オペレータの操作感が損なわれないように設定されることが望ましい。作業機制御部５７は、チルト回転するバケット８の少なくとも一部が速度制限介入ラインＩＬを超え、動作距離Ｄａがライン距離Ｈ以下になったとき、バケット８のチルト回転速度を制限する。制限速度決定

部５８は、速度制限介入ラインＩＬを超えたバケット８のチルト回転速度についての制限速度Ｕを決定する。図１７に示す例では、バケット８の一部が速度制限介入ラインＩＬを超え、動作距離Ｄａがライン距離Ｈよりも小さいため、チルト回転速度が制限される。

[0096] 制限速度決定部５８は、チルト動作平面ＴＰと平行な方向における規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの動作距離Ｄａを取得する。また、制限速度決定部５８は、動作距離Ｄａに応じた制限速度Ｕを取得する。作業機制御部５７は、動作距離Ｄａがライン距離Ｈ以下であると判定された場合、チルト回転速度を制限する。

[0097] 図１８は、本実施形態に係る動作距離Ｄａと制限速度Ｕとの関係の一例を示す図である。図１８は、バケット８のチルト回転を動作距離Ｄａに基づいて停止させるための動作距離Ｄａと制限速度Ｕとの関係の一例を示す。図１８に示すように、制限速度Ｕは、動作距離Ｄａに応じて画一的に決められている速度である。制限速度Ｕは、動作距離Ｄａがライン距離Ｈよりも大きいときには設定されず、動作距離Ｄａがライン距離Ｈ以下のときに設定される。動作距離Ｄａが小さくなるほど、制限速度Ｕは小さくなり、動作距離Ｄａが零になると、制限速度Ｕも零になる。なお、図１８では、目標施工地形ＣＳに近付く方向を負の方向として表している。

[0098] 制限速度決定部５８は、操作装置３０のチルト操作レバー３０Ｔの操作量に基づいて、規定点ＲＰが目標施工地形ＣＳ（チルト目標地形ＳＴ）に向かって移動するときの移動速度Ｖｒを算出する。移動速度Ｖｒは、チルト動作平面ＴＰと平行な面内における規定点ＲＰの移動速度である。移動速度Ｖｒは、複数の規定点ＲＰのそれぞれについて算出される。

[0099] 本実施形態においては、チルト操作レバー３０Ｔが操作された場合、チルト操作レバー３０Ｔから出力された電流値に基づいて、移動速度Ｖｒが算出される。チルト操作レバー３０Ｔが操作されると、チルト操作レバー３０Ｔの操作量に応じた電流がチルト操作レバー３０Ｔから出力される。記憶部５９には、チルト操作レバー３０Ｔの操作量に応じたチルトシリンダ１４のシ

リンダ速度を記憶することができる。なお、シリンダ速度は、シリンダストロークセンサの検出から求められてもよい。チルトシリンダ１４のシリンダ速度が算出された後、制限速度決定部５８は、ヤコビアン行列式を使って、チルトシリンダ１４のシリンダ速度をバケット８の複数の規定点ＲＰそれぞれの移動速度Ｖｒに変換する。

[0100] 作業機制御部５８は、動作距離Ｄａがライン距離Ｈ以下であると判定された場合、目標施工地形ＣＳに対する規定点ＲＰの移動速度Ｖｒを制限速度Ｕに制限する速度制限を実施する。作業機制御部５８は、バケット８の規定点ＲＰの移動速度Ｖｒを抑えるために、制御弁３７に制御信号を出力する。作業機制御部５８は、バケット８の規定点ＲＰの移動速度Ｖｒが動作距離Ｄａに応じた制限速度Ｕになるように、制御弁３７に制御信号を出力する。これにより、チルト回転するバケット８の規定点ＲＰの移動速度ＲＰは、規定点ＲＰが目標施工地形ＣＳ（チルト目標地形ＳＴ）に近付くほど遅くなり、規定点ＲＰ（刃先９）が目標施工地形ＣＤに到達したときに零になる。

[0101] 図１９は、本実施形態に係るバケット８の作用を説明するための模式図である。図１９に示すように、チルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳに対して傾斜している状態において、バケット８がチルト回転する。図１９に示す例において、チルト回転するバケット８と目標施工地形ＣＳとの動作距離Ｄａが十分であり、チルト軸ＡＸ４を中心にチルト回転するバケット８が目標施工地形ＣＳを超える可能性が低い。図１９に示す状態において、目標施工地形ＣＳの法線方向における刃先９と目標施工地形ＣＳとの垂直距離Ｄｂに基づいてチルト停止制御が実施される場合、すなわち、Ｙ軸方向に延在するラインＬＹを基準にチルト停止制御が実施される場合、チルト回転するバケット８と目標施工地形ＣＳとの動作距離Ｄａが十分であり、チルト軸ＡＸ４を中心にチルト回転するバケット８が目標施工地形ＣＳを超える可能性が低いにもかかわらず、動作距離Ｄａよりも短い垂直距離Ｄｂに基づいてチルト停止制御が実施される。横動作平面ＶＰとは、作業機動作平面ＷＰと直交し、点ＡＰ（図１３参照）を通過する面である。動作距離Ｄａよりも短い垂直距離

Ｄｂに基づいてチルト停止制御が実施される場合、バケット８のチルト回転が不必要に停止される可能性がある。バケット８のチルト回転が不必要に停止すると、油圧ショベル１００の作業効率が低下する。また、バケット８のチルト回転が不必要に停止すると、オペレータはストレスを感じる。

[0102] 本実施形態においては、チルト動作平面ＴＰが規定され、チルト動作平面ＴＰと目標施工地形ＣＳとの交線であるチルト目標地形ＳＴが導出される。作業機制御部５７は、複数の候補規定点ＲＰｃのうちチルト目標地形ＳＴに最も近い規定点ＲＰと目標施工地形ＣＳとの動作距離Ｄａに基づいて、その規定点ＲＰが目標施工地形ＣＳを超えないように、チルト停止制御を実施する。チルト停止制御が、垂直距離Ｄｂよりも長い動作距離Ｄａに基づいて実施されるため、垂直距離Ｄｂに基づいてチルト停止制御が実施される場合に比べて、バケット８のチルト回転が不必要に停止されることが抑制される。

[0103] 図２０及び図２１は、本実施形態に係るチルト目標地形ＳＴの一例を示す模式図である。図２０は、目標施工地形ＣＳが上部旋回体２の基準面であるＸＹ平面と平行であるときのチルト目標地形ＳＴを示す図である。図２１は、目標施工地形ＣＳがＸＹ平面に対して傾斜しているときのチルト目標地形ＳＴを示す図である。チルト軸ＡＸ４と目標施工地形ＣＳとが平行な状態から、ブームシリンダ１１、アームシリンダ１２、及びバケットシリンダ１３の少なくとも一つが作動し、目標施工地形ＣＳに対してチルト軸ＡＸ４が傾斜した状態となった場合、チルト目標地形ＳＴは、チルト目標地形ＳＴ０からチルト目標地形ＳＴａに移動する。図２０に示す例では、目標施工地形ＣＳがＸＹ平面と平行であり、チルト目標地形ＳＴは、チルト目標地形ＳＴ０からチルト目標地形ＳＴａに平行移動する。図２０に示す例では、チルト目標地形ＳＴ（ＳＴ０，ＳＴａ）は、バケット軸ＡＸ３と平行な車幅方向に延在する。

[0104] 図２０に示す例では、ラインＬＹ（チルト目標地形ＳＴ０）を基準とするチルト停止制御のシーケンスと、ラインＬＹから平行移動したチルト目標地形ＳＴと基準とするチルト停止制御のシーケンスとは、実質的に同一である

。すなわち、図２０に示す例では、チルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳと平行なときとチルト軸ＡＸ４が目標施工地形ＣＳと非平行なときの両方において、バケット８のチルト回転により規定点ＲＰが目標施工地形ＣＳに近付くと、バケット８のチルト回転を停止させるチルト停止制御が同じ効果を奏する。

[0105] 図２１は、一例として、目標施工地形ＣＳが＋Ｘ方向に向かって＋Ｚ方向に傾斜している状態で、バケット８がチルト回転する状態を示す。ラインＬＹは、上部旋回体２の車幅方向に延在する。目標施工地形ＣＳがＸＹ平面と非平行であり、バケット８がチルト回転したとき、チルト目標地形ＳＴは、平行移動しない。図２１に示す例では、チルト目標地形ＳＴは、バケット８の側方方向に延在するものの、バケット軸ＡＸ３とは非平行となる。

[0106] 図２１に示す状態において、バケット８の規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの距離に基づいてチルト停止制御が実施されずに、バケット８の規定点ＲＰとラインＬＹとの距離に基づいてチルト停止制御が実施されると、チルト停止制御を適切に実施することが困難である。すなわち、ラインＬＹに基づいてチルト停止制御が実施されると、規定点ＲＰとラインＬＹとの距離は、制限がかかる（チルト回転を制限する）程度の近接する距離であるため、バケット８のチルト回転が不必要に停止される可能性がある。

[0107] 本実施形態においては、バケット８の規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの距離に基づいてチルト停止制御が実施される。目標施工地形ＣＳが傾斜している状態においても、バケット８の規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの動作距離Ｄａに基づいてチルト停止制御が実施される場合、動作距離Ｄａが制限をかけない十分な距離を有することにより、バケット８のチルト回転が不必要に停止されることが抑制され、チルト停止制御は適切に実施される。

[0108] また、チルト目標地形ＳＴとラインＬＹを用いたチルト停止制御の比較を、図２２、図２３、及び図２４に示す、上部旋回体２が目標施工地形ＣＳに対して傾斜している状態でバケット８がチルト回転する場合で説明する。図２２に示すように、バケット８のチルト回転に伴い、目標施工地形ＣＳとの

垂直距離Ｄｂが最短距離を示すバケット８（刃先９）部位が変化する。第１チルト角度でチルト回転する場合、バケット８の刃先９のバケット左端である部位９Ａが目標施工地形ＣＳに最も近い。第１チルト角度から第２チルト角度にチルト回転した場合、バケット８の刃先９のバケット右端である部位９Ｂが目標施工地形ＣＳに最も近くなる。

[0109] 図２２に示すように、バケット８がチルト回転し、目標施工地形ＣＳの法線方向において目標施工地形ＣＳとの垂直距離Ｄｂが最も短いバケット８の部位が変化すると、目標施工地形ＣＳの法線方向においてバケット８の部位との距離が最も短くなるラインＬＹの位置が目標施工地形ＣＳにおいて部位９Ａから部位９Ｂに変化する。すなわち、目標施工地形と車体の傾斜の関係次第では、目標施工地形ＣＳの法線方向において部位９Ａとの距離が最も短くなる目標施工地形ＣＳにおけるラインＬＹの位置と、部位９Ｂとの距離が最も短くなる目標施工地形ＣＳにおけるラインＬＹの位置とは異なる場合が出てくる。換言すれば、バケット８がチルト回転する度に、垂直距離Ｄｂを規定するラインＬＹの位置が変化する。

[0110] 上記の事例を図２３及び図２４で説明する。図２３及び図２４は、バケット８がチルトする度に、垂直距離Ｄｂを規定するラインＬＹが変化する様子を示す図である。図２３及び図２４は、上部旋回体２が側方方向（＋Ｙ方向又は－Ｙ方向）及び前方方向（＋Ｘ方向）に向かって傾斜しているときのラインＬＹの変化の様子を示す。ラインＬＹに基づいてチルト停止制御が実施される場合、バケット８のチルト回転によりラインＬＹの位置が図２３におけるラインＬＹａから図２４におけるラインＬＹｂ変化すると、垂直距離Ｄｂがいきなり変わることになる。その結果、制限速度Ｕが変化した、バケット８のチルト回転が急激に停止したりする現象が発生する。この挙動が、オペレータに違和感を与えたり、オペレータに衝撃を与えたりする可能性がある。

[0111] 一方チルト目標地形ＳＴによるチルト停止制御においては、バケット８がチルト回転するだけでは、チルト目標地形ＳＴの位置は変化しない。したが

って、オペレータが違和感を感じるチルト動作の急激な停止等は発生せず、オペレータは違和感を感じることなくチルト回転可能を含める円滑な掘削作業が実施できる。

[0112] 図２２に示すように、バケット８がチルト回転し、目標施工地形ＣＳの法線方向において目標施工地形ＣＳとの垂直距離Ｄｂが最も短いバケット８の部位が変化すると、目標施工地形ＣＳの法線方向においてバケット８の部位との距離が最も短くなるラインＬＹの位置が目標施工地形ＣＳにおいて変化する。すなわち、図２２に示すように、目標施工地形ＣＳの法線方向において部位９Ａとの距離が最も短くなる目標施工地形ＣＳにおけるラインＬＹの位置と、部位９Ｂとの距離が最も短くなる目標施工地形ＣＳにおけるラインＬＹの位置とは異なる。換言すれば、バケット８がチルト回転する度に、垂直距離Ｄｂを規定するラインＬＹの位置が変化する。

[0113] 本実施形態においては、バケット８がチルト回転するだけでは、チルト目標地形ＳＴの位置は変化しない。したがって、チルト回転可能なバケット８を使った掘削作業は円滑に実施される。

[0114] ［制御方法］

次に、本実施形態に係る油圧ショベル１００の制御方法の一例について説明する。図２５は、本実施形態に係る油圧ショベル１００の制御方法の一例を示すフローチャートである。

[0115] 目標施工地形生成部５４は、目標施工データ生成装置７０から供給された目標施工データであるラインＬＸ及びラインＬＹに基づいて、目標施工地形ＣＳを生成する（ステップＳ１０）。

[0116] 候補規定点データ算出部５３Ｂは、作業機角度データ取得部５２で取得された作業機角度データと、記憶部５９に記憶されている作業機データとに基づいて、バケット８に設定された複数の候補規定点ＲＰｃそれぞれの位置データを算出する（ステップＳ２０）。

[0117] チルトデータ算出部５５は、複数の候補規定点ＲＰｃからチルトバケット制御において最も有利な規定点ＲＰを選択し、選択した規定点ＲＰを通りチ

ルト軸ＡＸ４と直交するチルト動作平面ＴＰを算出する（ステップＳ３０）。

[0118] チルト目標地形算出部５６は、目標施工地形ＣＳとチルト動作平面ＴＰとが交差するチルト目標地形ＳＴを算出する（ステップＳ４０）。

[0119] 制限速度決定部５８は、規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの動作距離Ｄａを算出する（ステップＳ５０）。

[0120] 動作距離Ｄａに基づいて制限速度が決定される。動作距離Ｄａがライン距離Ｈ以下である場合、制限速度決定部５８は、動作距離Ｄａに応じた制限速度Ｕを決定する（ステップＳ６０）。

[0121] 作業機制御部５７は、チルト操作レバー３０Ｔの操作量から算出されるバケット８の規定点ＲＰの移動速度Ｖｒと、制限速度決定部５８により決定された制限速度Ｕとに基づいて、制御弁３７に対する制御信号を算出する。作業機制御部５７は、移動速度Ｖｒを制限速度Ｕにするための制御信号を算出し、制御弁３７に出力する。制御弁３７は、作業機制御部５７から出力された制御信号に基づいて、パイロット圧を制御する。これにより、バケット８の規定点ＲＰの移動速度Ｖｒが制限される（ステップＳ７０）。

[0122] ［効果］

以上説明したように、本実施形態によれば、チルト式バケットにおいて、バケット８の規定点ＲＰを通りチルト軸ＡＸ４と直交するチルト動作平面ＴＰ及び目標施工地形ＣＳとチルト動作平面ＴＰとが交差するチルト目標地形ＳＴを設定し、規定点ＲＰとチルト目標地形ＳＴとの動作距離Ｄａに基づいて、チルト停止制御を実施するようにしたので、バケット８のチルト回転が不必要に停止されることが抑制される。したがって、オペレータのストレスは緩和され、油圧ショベル１００の作業効率の低下が抑制される。

[0123] また、図１６、図１９、及び図２１を参照して説明したように、本実施形態に係るチルト停止制御は、目標施工地形ＣＳに対してチルト軸ＡＸが傾斜した状態でバケット８がチルト回転するときに、油圧ショベル１００の作業効率の低下を抑制できる点で効果的である。

[0124] また、図２２から図２４を参照して説明したように、垂直距離Ｄｂを規定するラインＬＹに基づいてチルト停止制御が実施される場合、バケット８がチルト回転する度にラインＬＹの位置が変化してしまう。その結果、制限速度Ｕが急激に変化したり、バケット８のチルト回転が急激に停止したりする現象が発生し、オペレータに違和感や衝撃を与える可能性がある。本実施形態によれば、バケット８がチルト回転しても、動作距離Ｄａを規定するチルト目標地形ＳＴの位置は変化しない。したがって、チルト回転可能なバケット８を使った掘削作業は円滑に実施される。

[0125] なお、上述の実施形態においては、バケット８の刃先９に設定された規定点ＲＰと目標施工地形ＣＳとの動作距離Ｄａに基づいてチルト停止制御が実施されることとした。図２６に示すように、バケット８の外面に設定された規定点ＲＰと目標施工地形ＣＳとの動作距離Ｄａに基づいてチルト停止制御が実施されてもよい。

[0126] なお、上述の実施形態においては、チルト回転するバケット８がチルト目標地形ＳＴで停止することとした。チルト目標地形ＳＴに対して規定の位置関係にある、チルト目標地形ＳＴとは異なる規定位置でバケット８のチルト回転が停止するように、チルト停止制御が実施されてもよい。

[0127] なお、チルト回転に対する制御は操作に対して停止とするチルト停止制御を行っているが、操作に対して制御装置が操作指令と反対方向の制御指令を決定する介入制御を行ってもよい。

[0128] なお、上述の実施形態においては、建設機械１００が油圧ショベルであることとした。上述の実施形態で説明した構成要素は、油圧ショベルとは別の、作業機を有する建設機械に適用可能である。

[0129] なお、上述の実施形態において、バケット軸ＡＸ３及びチルト軸ＡＸ４に加えて、バケット８を回転可能に支持する回転軸が作業機１に設けられてもよい。

[0130] なお、上述の実施形態において、上部旋回体２は、油圧により旋回してもよいし、電動アクチュエータが発生する動力により旋回してもよい。また、

作業機１は、油圧シリンダ１０ではなく、電動アクチュエータが発生する動力により作動してもよい。

符号の説明

[0131] １　作業機

２　上部旋回体

３　下部走行体

３Ｃ　履帯

４　運転室

５　機械室

６　ブーム

７　アーム

８　バケット

８Ｂ　バケットピン

８Ｔ　チルトピン

９　刃先

１０　油圧シリンダ

１０Ａ　キャップ側油室

１０Ｂ　ロッド側油室

１１　ブームシリンダ

１２　アームシリンダ

１３　バケットシリンダ

１４　チルトシリンダ

１６　ブームストロークセンサ

１７　アームストロークセンサ

１８　バケットストロークセンサ

１９　チルトストロークセンサ

２０　位置演算装置

２１　車体位置演算器

２２　姿勢演算器

２３　方位演算器

２４　作業機角度演算装置

２５　流量制御弁

３０　操作装置

３０Ｆ　操作ペダル

３０Ｌ　作業機操作レバー

３０Ｔ　チルト操作レバー

３１　メイン油圧ポンプ

３２　パイロット圧ポンプ

３３Ａ，３３Ｂ　油路

３４Ａ，３４Ｂ　圧力センサ

３５Ａ，３５Ｂ　油路

３６Ａ，３６Ｂ　シャトル弁

３７Ａ，３７Ｂ　制御弁

３８Ａ，３８Ｂ　油路

５０　制御装置

５１　車体位置データ取得部

５２　作業機角度データ取得部

５３Ａ　規定点位置データ算出部

５３Ｂ　候補規定点データ算出部

５４　目標施工地形生成部

５５　チルトデータ算出部

５６　チルト目標地形算出部

５７　作業機制御部

５８　制限速度決定部

５９　記憶部

６０　入出力部

７０　目標施工データ生成装置

８１　底板

８２　背板

８３　上板

８４　側板

８５　側板

８６　開口部

８７　ブラケット

８８　ブラケット

９０　接続部材

９１　プレート部材

９２　ブラケット

９３　ブラケット

９４　第１リンク部材

９４Ｐ　第１リンクピン

９５　第２リンク部材

９５Ｐ　第２リンクピン

９６　バケットシリンダトップピン

９７　ブラケット

１００　油圧ショベル（建設機械）

２００　制御システム

３００　油圧システム

４００　検出システム

ＡＰ　点

ＡＸ１　ブーム軸

ＡＸ２　アーム軸

ＡＸ３　バケット軸

ＡＸ４　チルト軸

ＣＤ　目標施工データ

ＣＳ　目標施工地形

Ｄａ　動作距離

Ｄｂ　垂直距離

Ｌ１　ブーム長さ

Ｌ２　アーム長さ

Ｌ３　バケット長さ

Ｌ４　チルト長さ

Ｌ５　バケット幅

ＬＸ　ライン

ＬＹ　ライン

ＲＰ　規定点

ＲＰｃ　候補規定点

ＲＸ　旋回軸

ＳＴ　チルト目標地形

ＴＰ　チルト動作平面

α　ブーム角度

β　アーム角度

γ　バケット角度

δ　チルト角度

ε　チルト軸角度

$\theta 1$　ロール角度

$\theta 2$　ピッチ角度

$\theta 3$　ヨー角度

請求の範囲

[請求項1] アームと、バケット軸及び前記バケット軸と直交するチルト軸のそれぞれを中心に前記アームに対して回転可能なバケットとを含む作業機を備える建設機械の制御システムであって、

掘削対象の目標形状を示す目標施工地形を生成する目標施工地形生成部と、

前記チルト軸を中心にチルト回転する前記バケットのチルトデータを算出するチルトデータ算出部と、

前記バケットの幅データを少なくとも含む前記バケットの外形データに基づいて、前記バケットに設定される規定点の位置データを算出する規定点位置データ算出部と、

前記規定点の位置データと前記目標施工地形と前記チルトデータとに基づいて、前記目標施工地形において前記バケットの側方方向に延在するチルト目標地形を算出するチルト目標地形算出部と、

前記規定点と前記チルト目標地形との距離に基づいて、前記バケットのチルト回転を制御する作業機制御部と、

を備える建設機械の制御システム。

[請求項2] 前記チルトデータは、前記規定点を通り前記チルト軸と直交するチルト動作平面を含み、

前記チルト目標地形は、前記目標施工地形と前記チルト動作平面との交差部により規定され、

前記距離は、前記チルト目標地形と前記規定点とで規定される動作距離である、

請求項１に記載の建設機械の制御システム。

[請求項3] 前記作業機制御部は、前記規定点と前記チルト目標地形との動作距離に基づいて、前記バケットのチルト回転を停止させるチルト停止制御を実施する、

請求項２に記載の建設機械の制御システム。

[請求項4] 前記作業機制御部は、前記目標施工地形に対して前記チルト軸が傾斜した状態で前記バケットをチルト回転させ、前記チルト回転する前記バケットが前記目標施工地形を基準とする規定位置を超えないように、前記チルト停止制御を実施する、
請求項３に記載の建設機械の制御システム。

[請求項5] 前記バケットの外形データから前記バケットに設定される複数の候補規定点の位置データを算出する候補規定点データ算出部を備え、
前記作業機制御部は、複数の前記候補規定点のうち前記動作距離が最も短い前記規定点に基づいて、前記チルト停止制御を実施する、
請求項３又は請求項４に記載の建設機械の制御システム。

[請求項6] 上部旋回体と、
前記上部旋回体を支持する下部走行体と、
前記アームと前記バケットとを含み、前記上部旋回体に支持される作業機と、
請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の建設機械の制御システムと、
を備える建設機械。

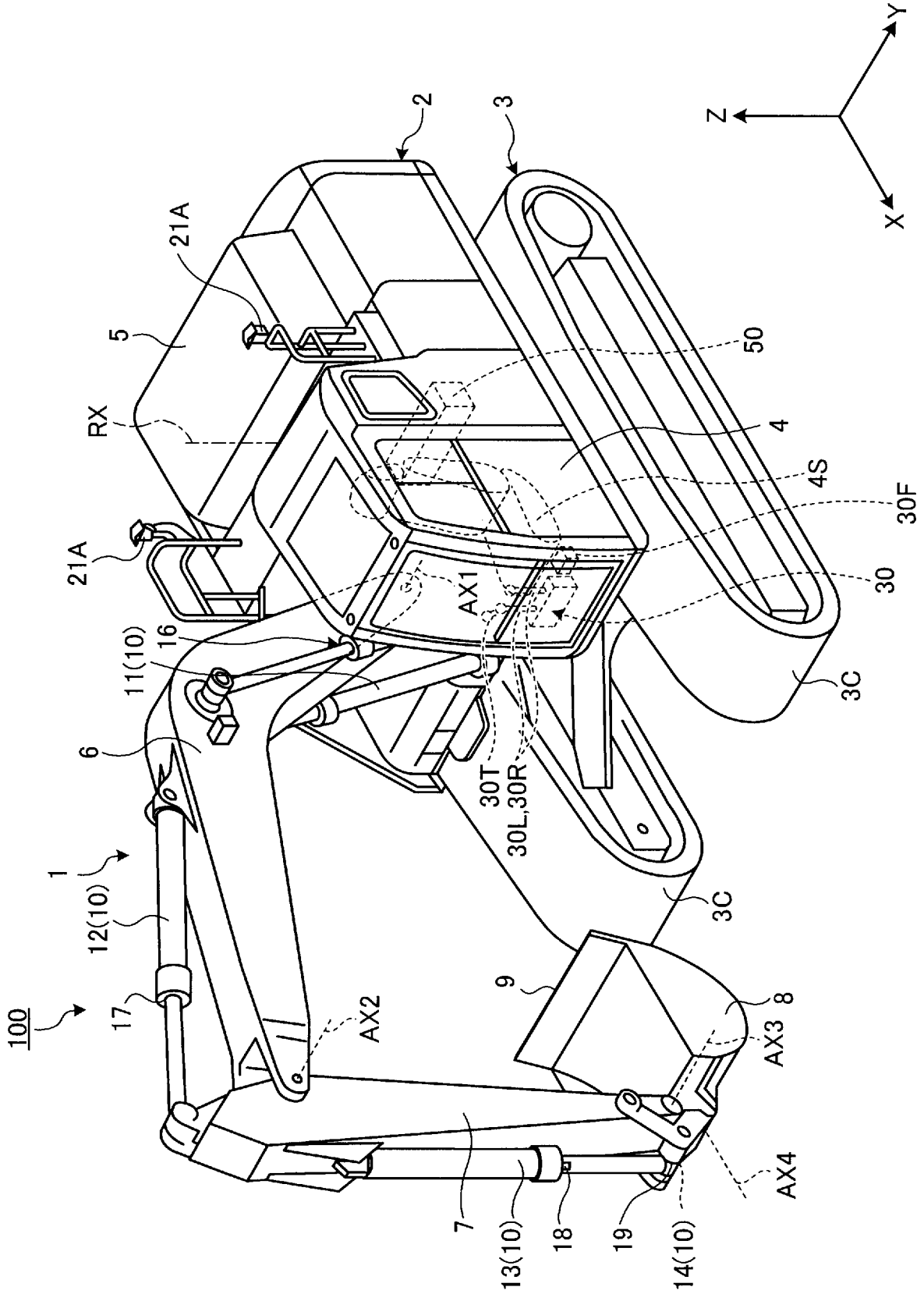
[請求項7] アームと、バケット軸及び前記バケット軸と直交するチルト軸のそれぞれを中心に前記アームに対して回転可能なバケットとを含む作業機を備える建設機械の制御方法であって、
掘削対象の目標形状を示す目標施工地形を生成することと、
前記チルト軸を中心にチルト回転する前記バケットのチルトデータを算出することと、
前記バケットの幅に関するデータを少なくとも含む前記バケットの外形データに基づいて、前記バケットに設定される規定点の位置データを算出することと、
前記規定点の位置データと前記目標施工地形と前記チルトデータとに基づいて、前記目標施工地形において前記バケットの側方方向に延

在するチルト目標地形を算出することと、

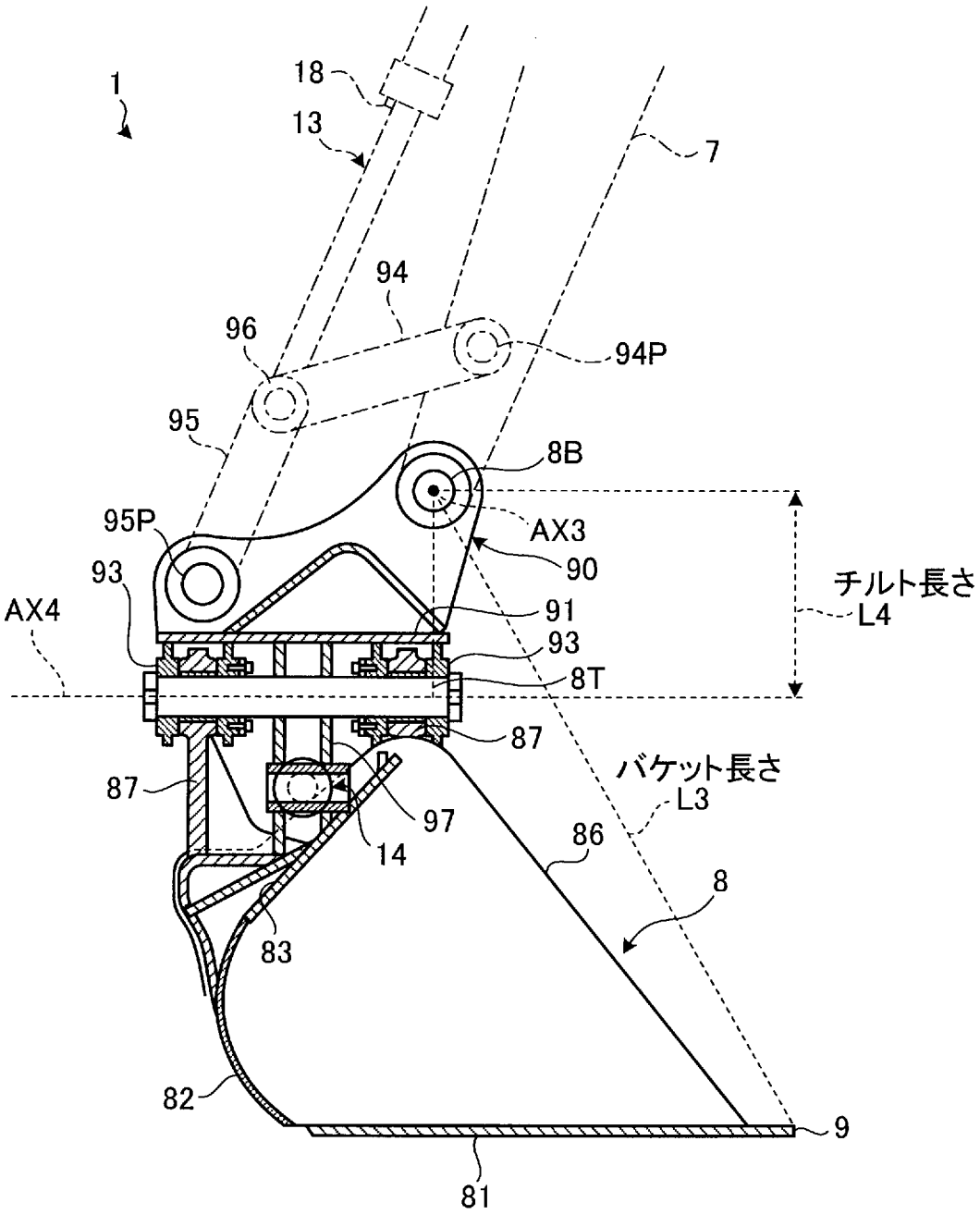
前記規定点と前記チルト目標地形との距離に基づいて、前記バケットのチルト回転を制御する制御信号を出力することと、

を含む建設機械の制御方法。

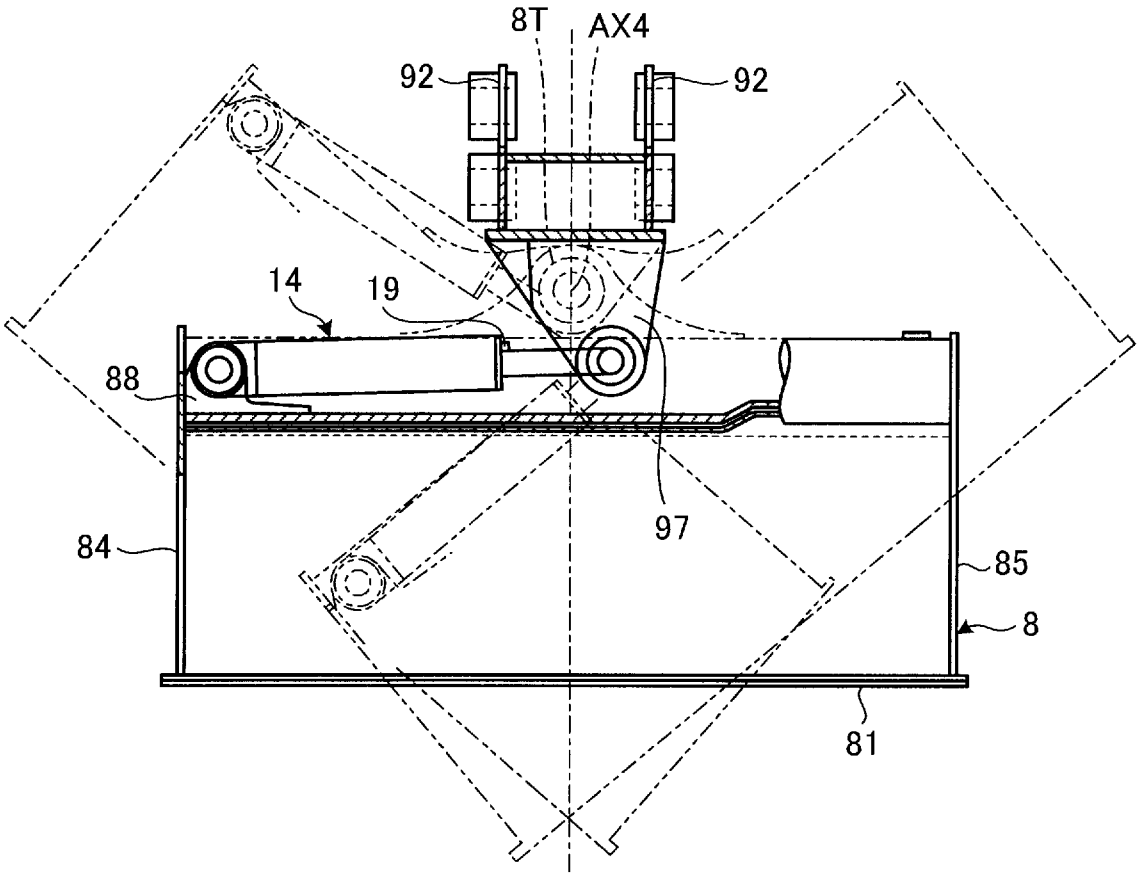
[図1]


Y
Z
X
2
3
21A
5
RX
50
4
4S
30F
21A
AX1
30
16
11(10)
3C
6
30T
30L,30R
1
12(10)
3C
9
8
100
17
AX2
AX3
AX4
7
13(10)
18
19
14(10)

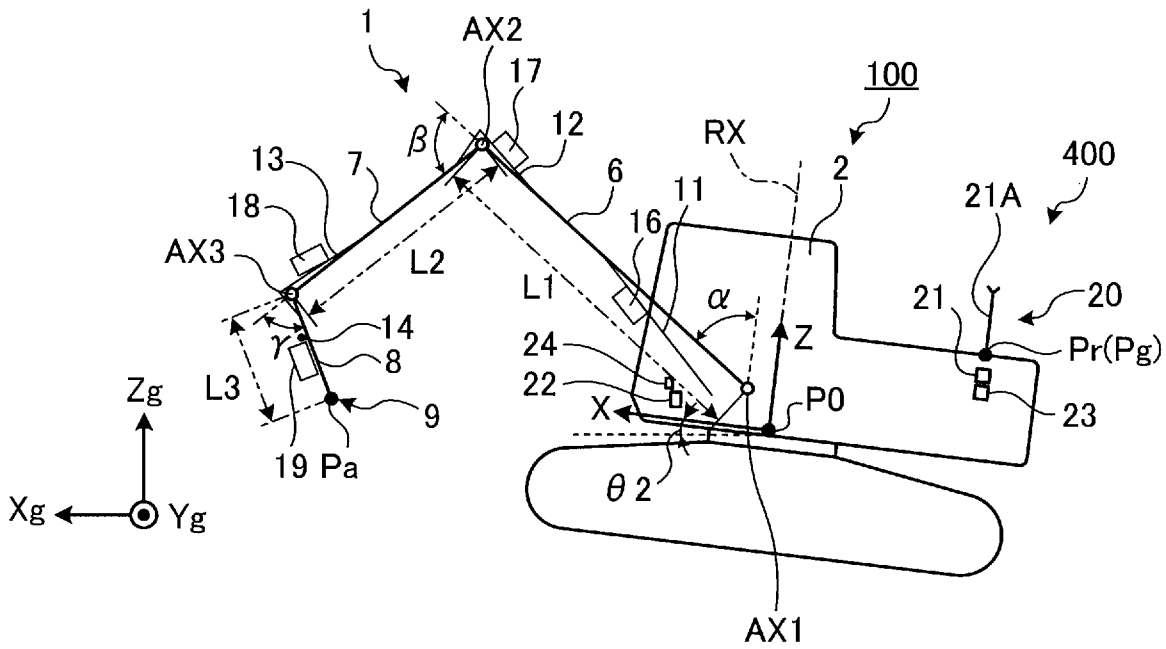
[図2]


1
18
13
7
94
96
94P
95
8B
95P
AX3
90
93
91
チルト長さ
L4
AX4
93
8T
87
バケット長さ
L3
87
97
14
86
8
83
82
9
81

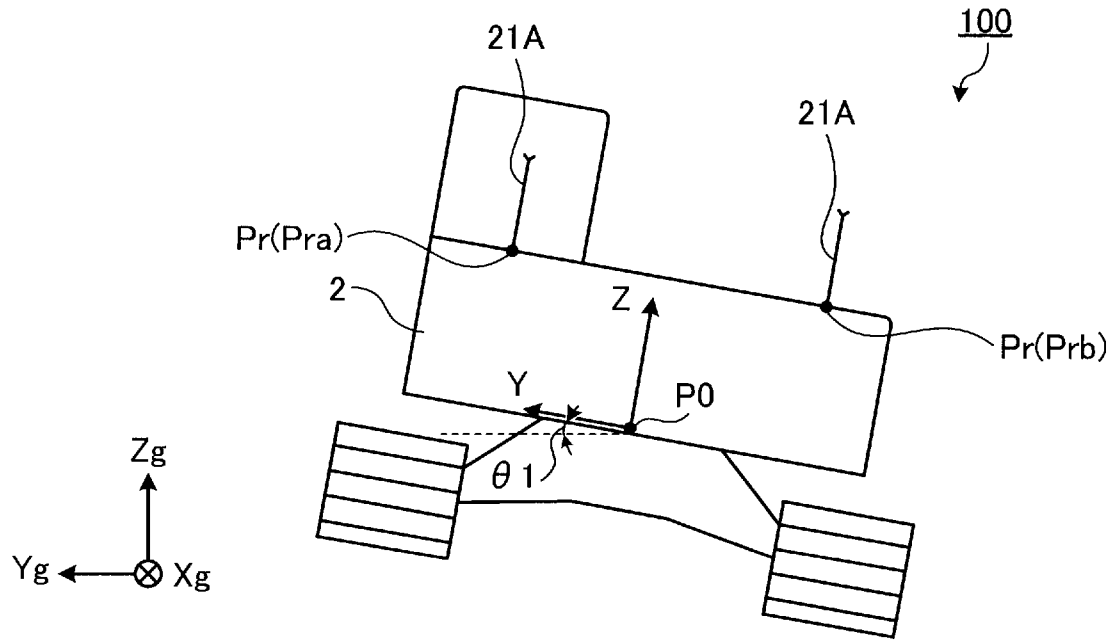
[図3]



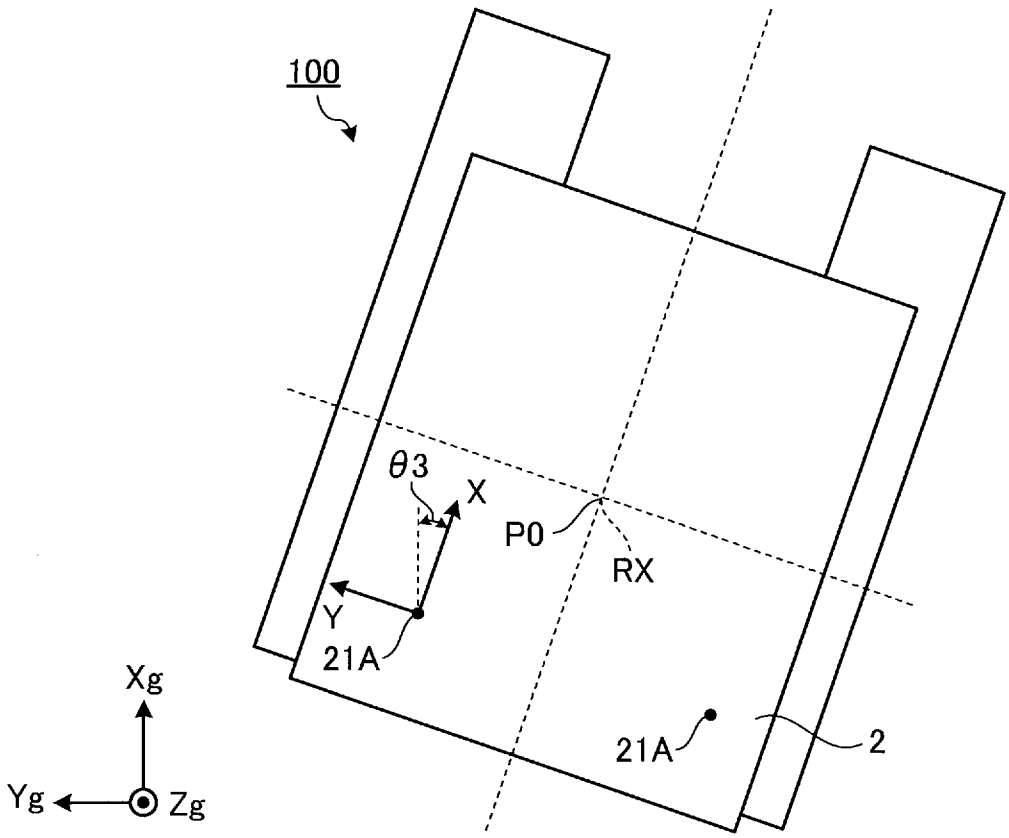
[図4]


1
AX2
17
12
100
RX
2
400
21A
13
7
β
6
11
18
16
AX3
L2
L1
α
21
20
14
γ
8
24
Z
Pr(Pg)
Zg
L3
22
X
P0
23
9
19 Pa
θ2
Xg
Yg
AX1

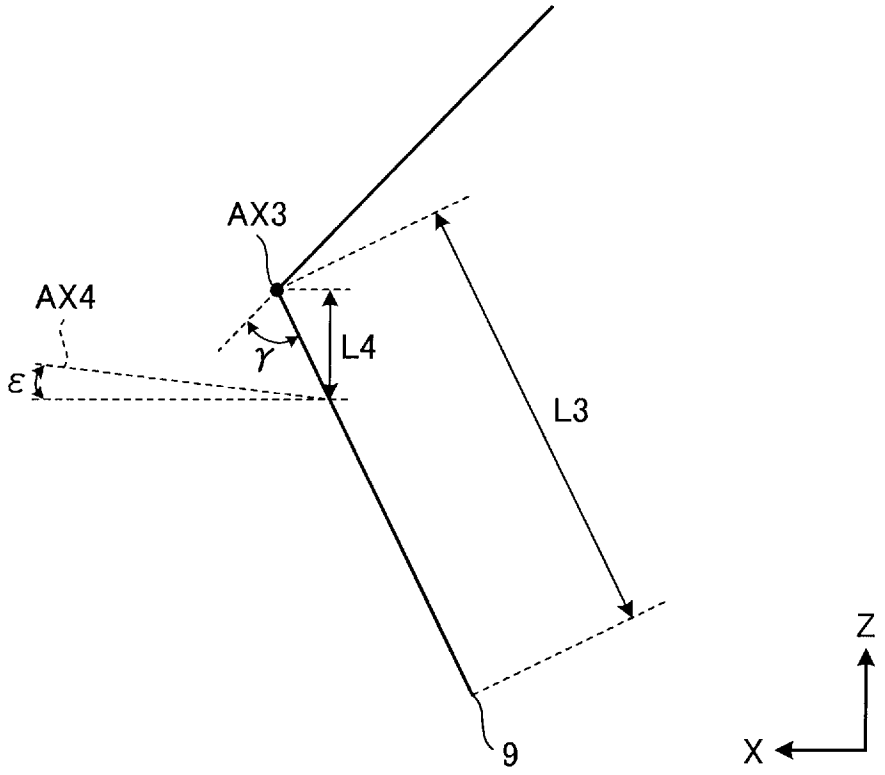
[図5]


21A
100
21A
Pr(Pra)
2
Z
Pr(Prb)
Y
P0
Zg
θ1
Yg
Xg

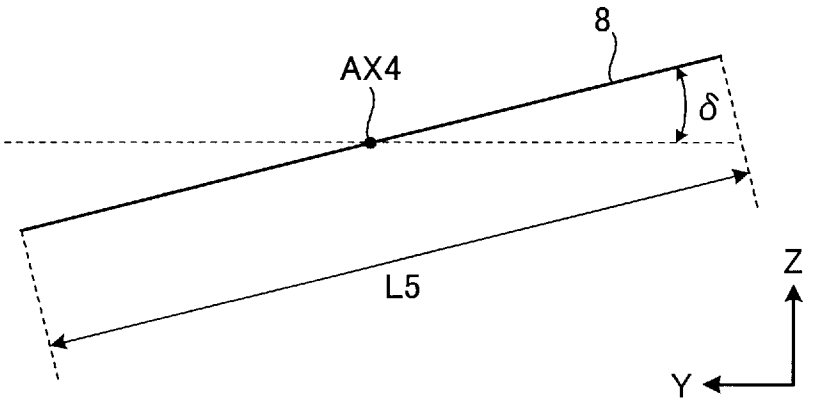
[図6]



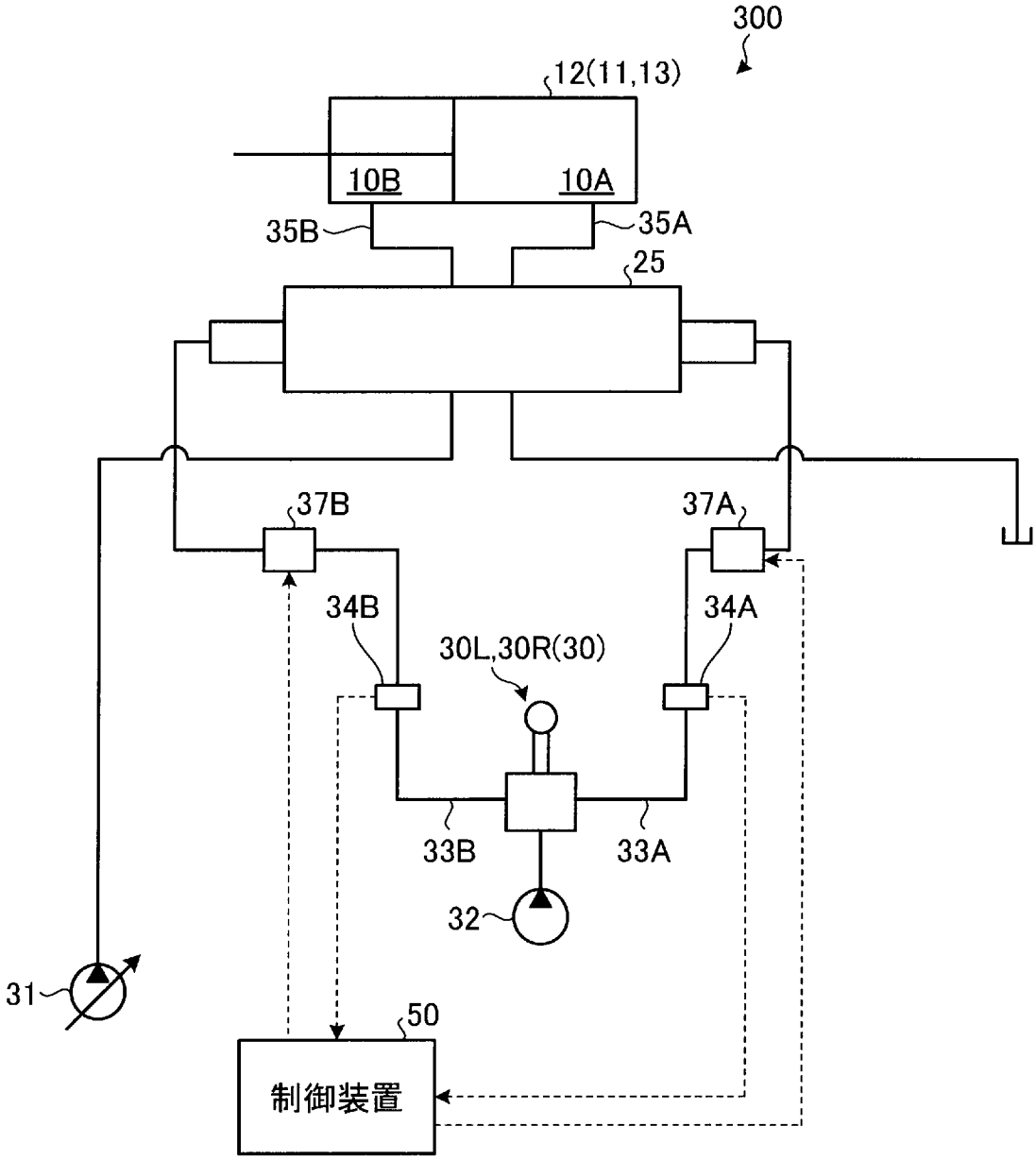
[図7]



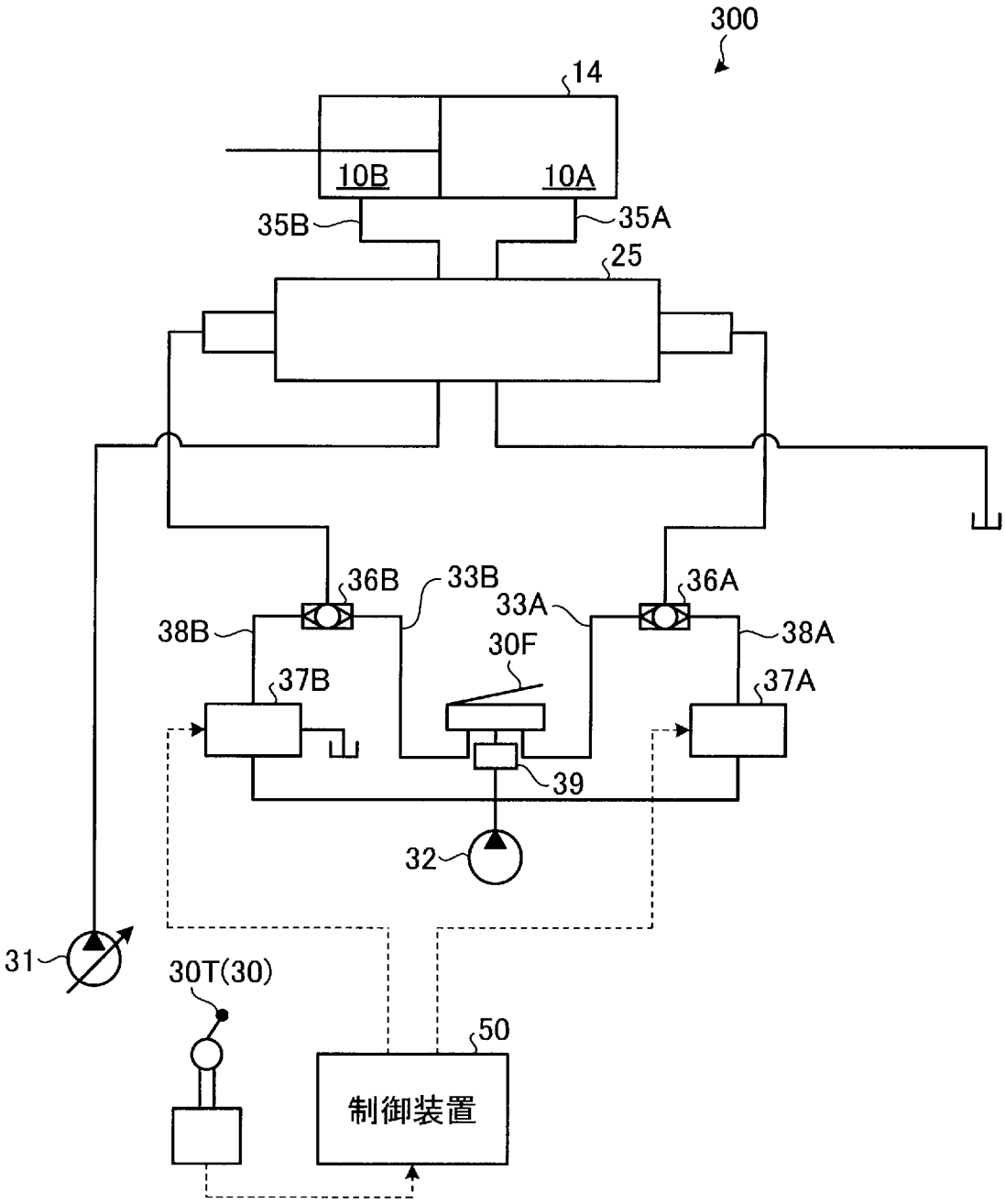
[図8]



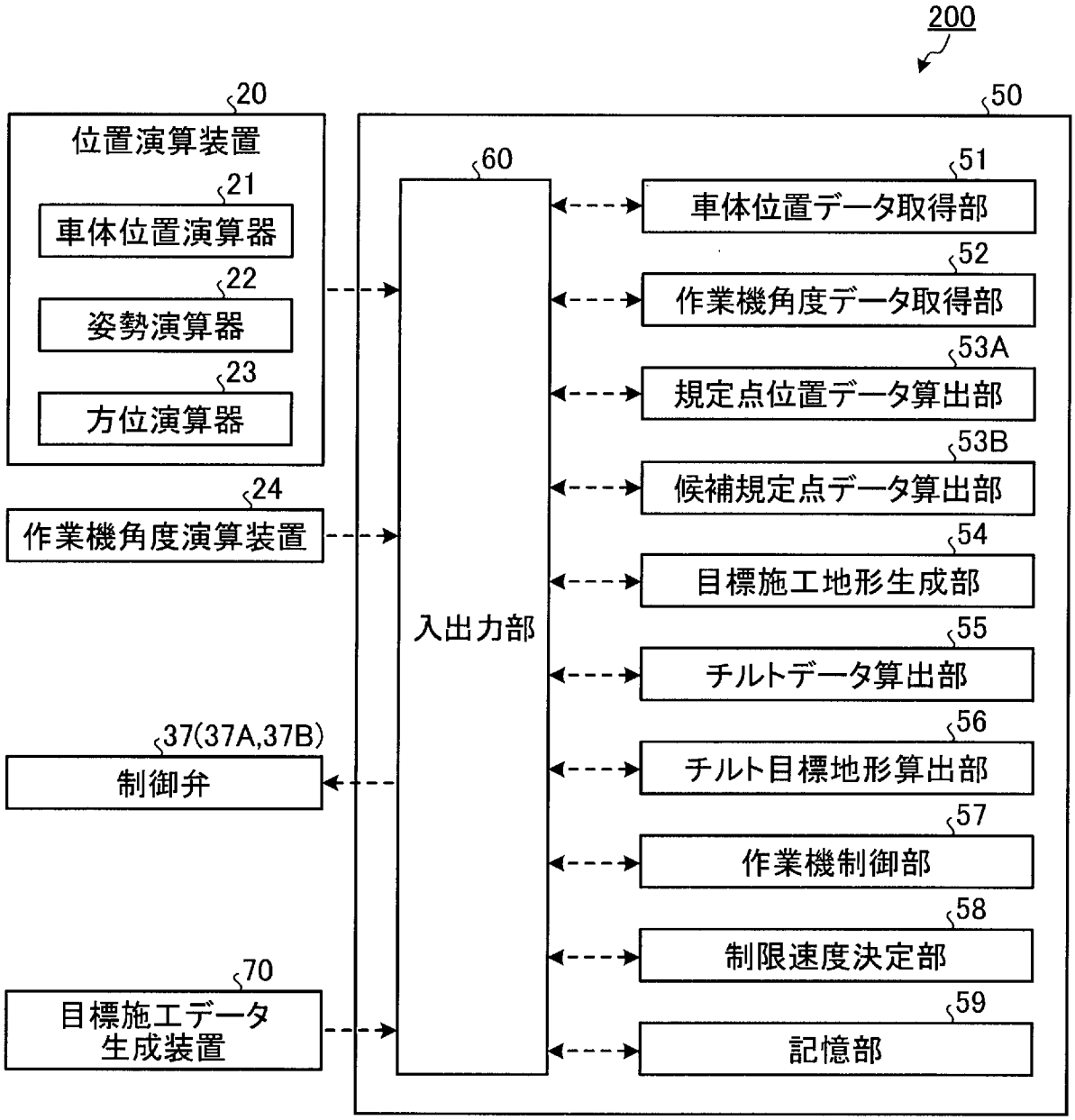
[図9]


300
12(11,13)
10B
10A
35B
35A
25
37B
37A
34B
34A
30L,30R(30)
33B
33A
32
31
50
制御装置

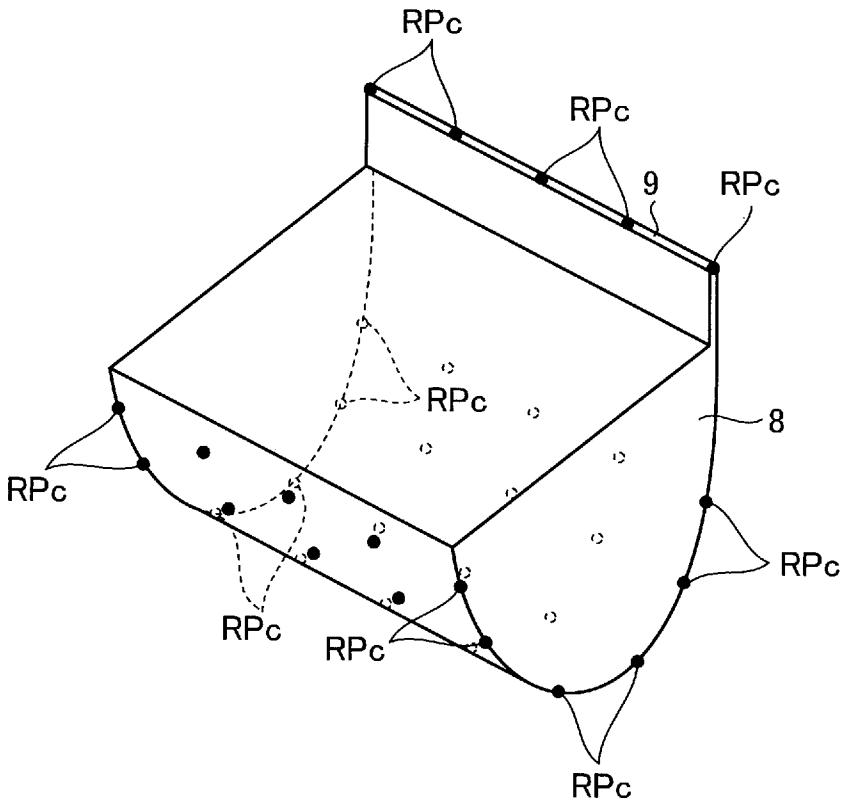
[図10]


300
14
10B
10A
35B
35A
25
36B
33B
33A
36A
38B
38A
30F
37B
37A
39
32
31
30T(30)
50
制御装置

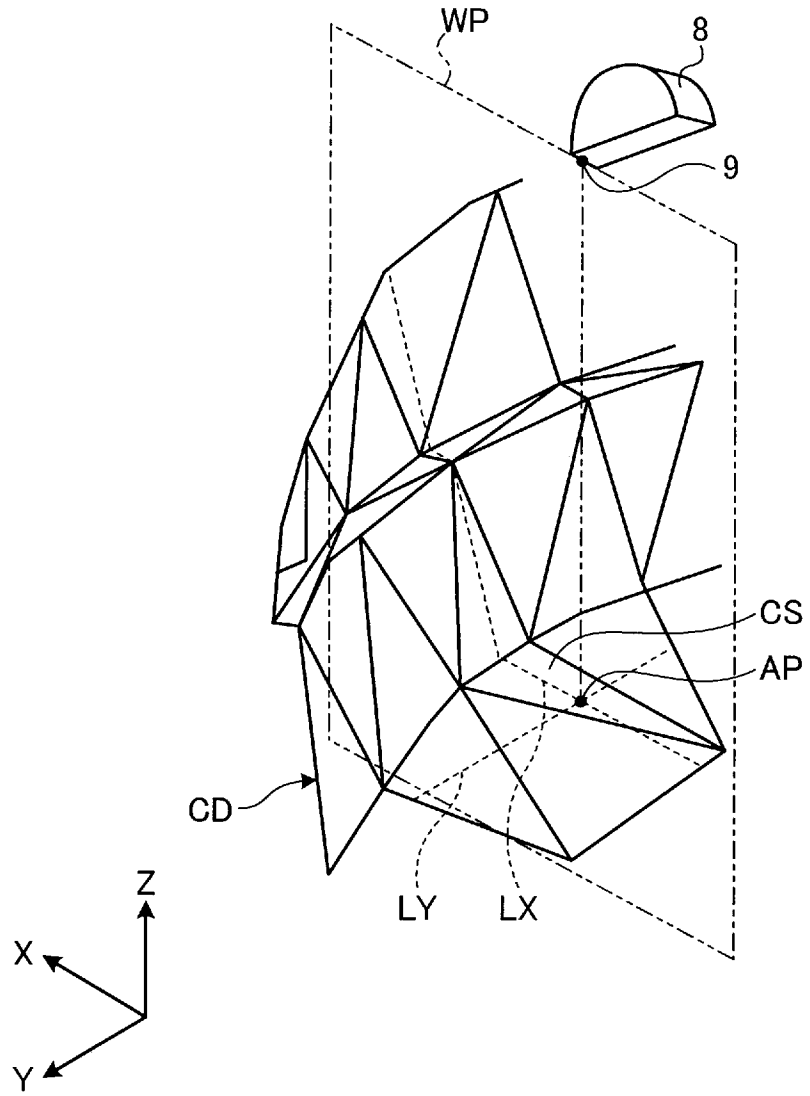
[図11]


200
20
位置演算装置
21
車体位置演算器
22
姿勢演算器
23
方位演算器
24
作業機角度演算装置
37(37A,37B)
制御弁
70
目標施工データ
生成装置
50
60
入出力部
51
車体位置データ取得部
52
作業機角度データ取得部
53A
規定点位置データ算出部
53B
候補規定点データ算出部
54
目標施工地形生成部
55
チルトデータ算出部
56
チルト目標地形算出部
57
作業機制御部
58
制限速度決定部
59
記憶部

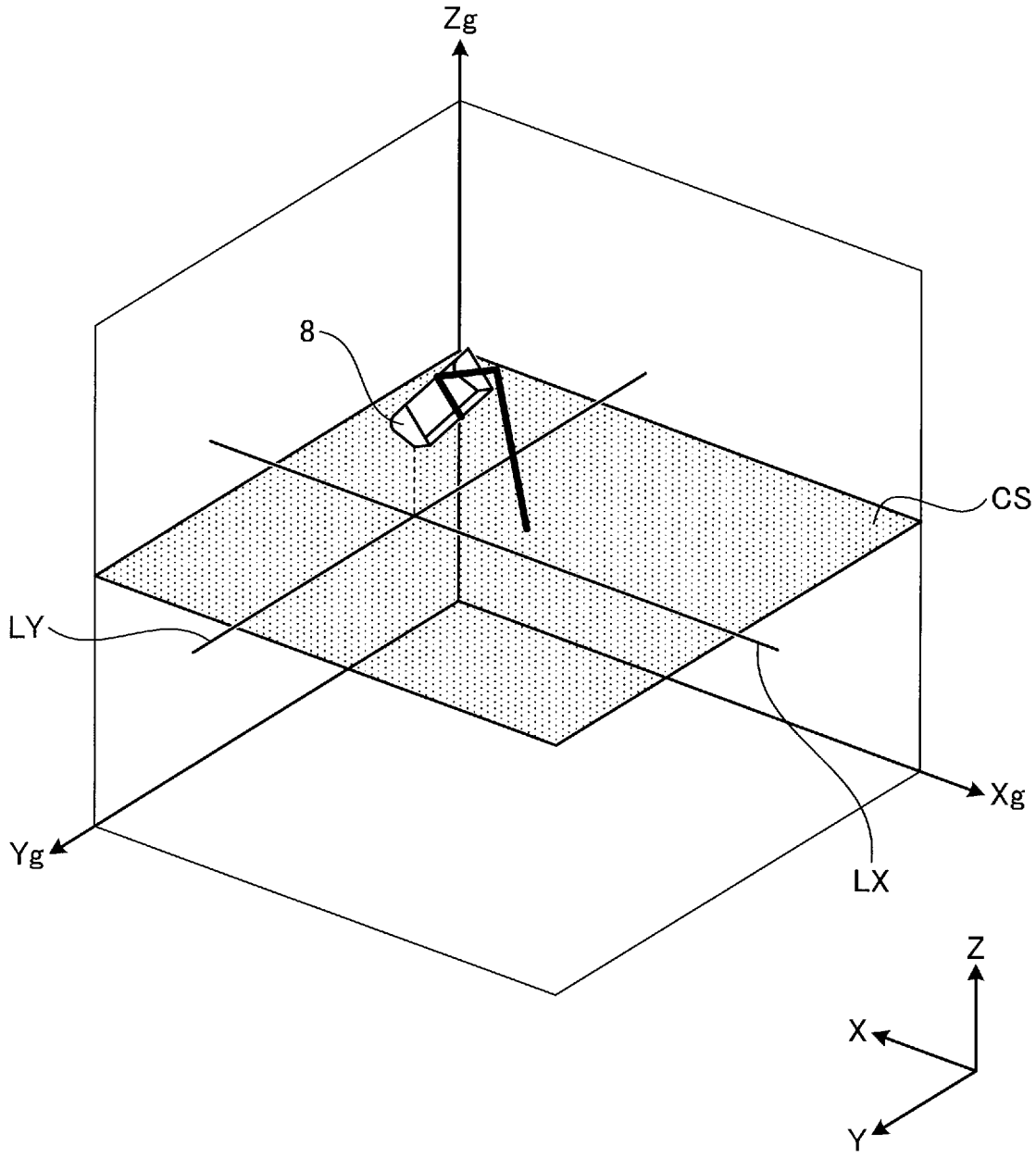
[図12]



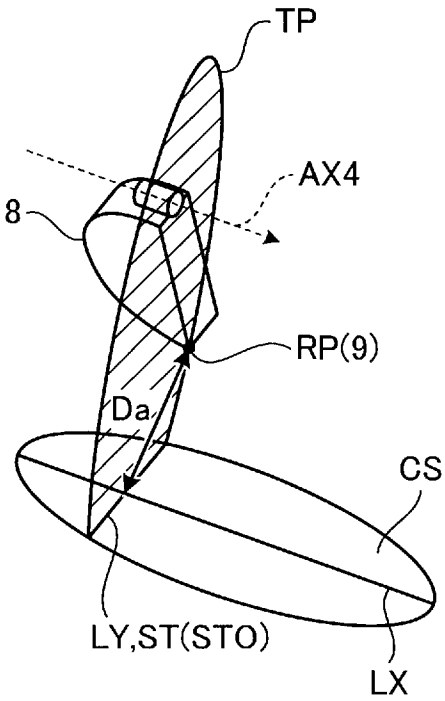
[図13]



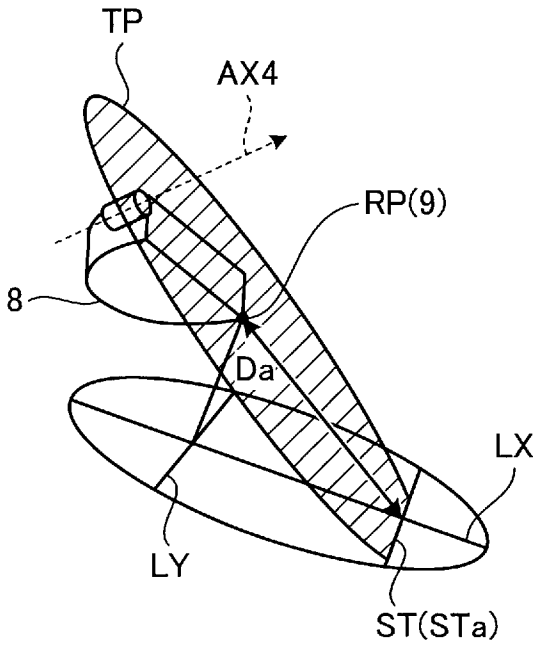
[図14]



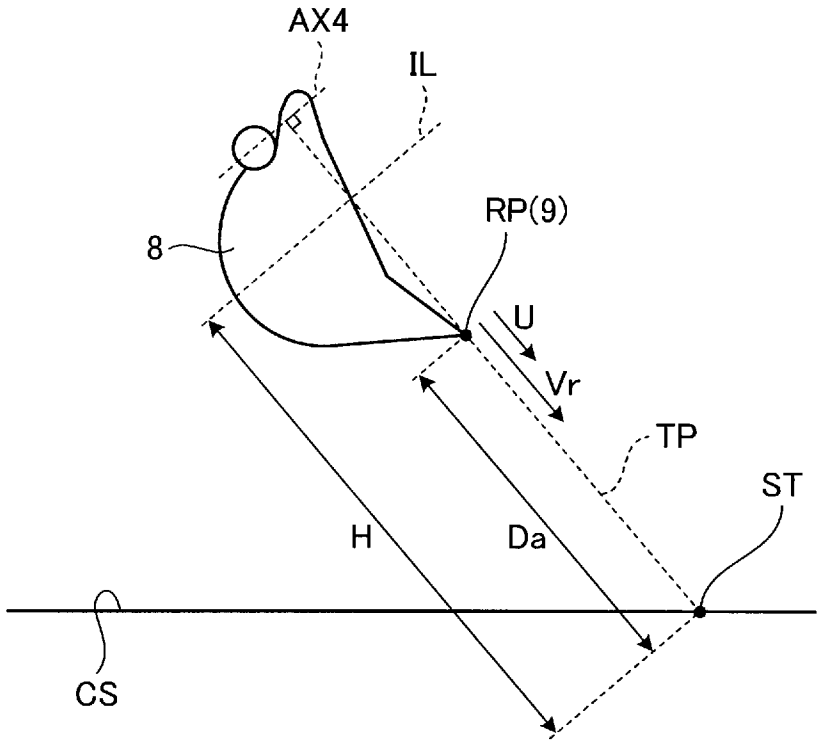
[図15]



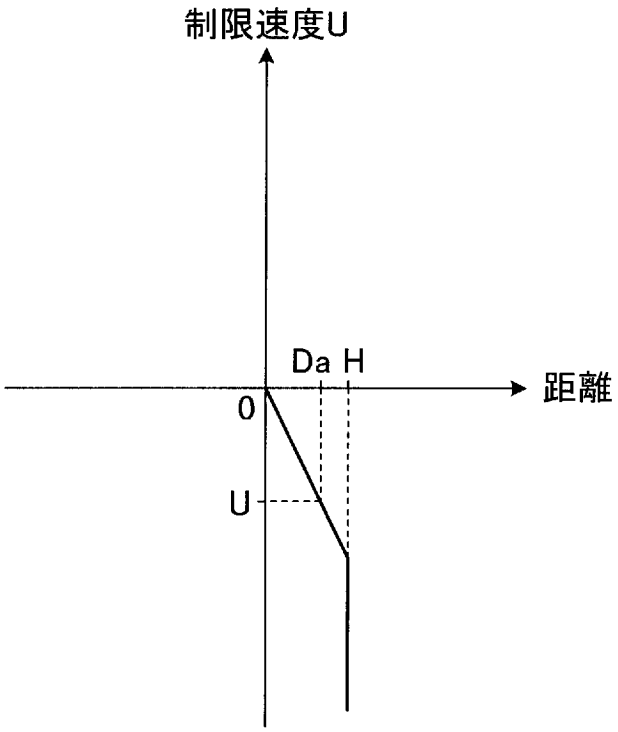
[図16]



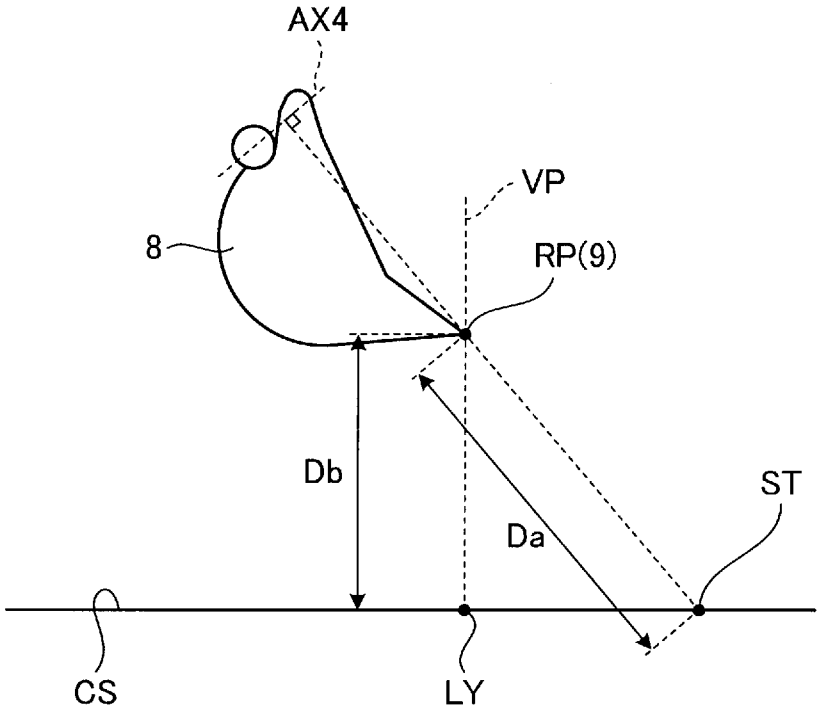
[図17]



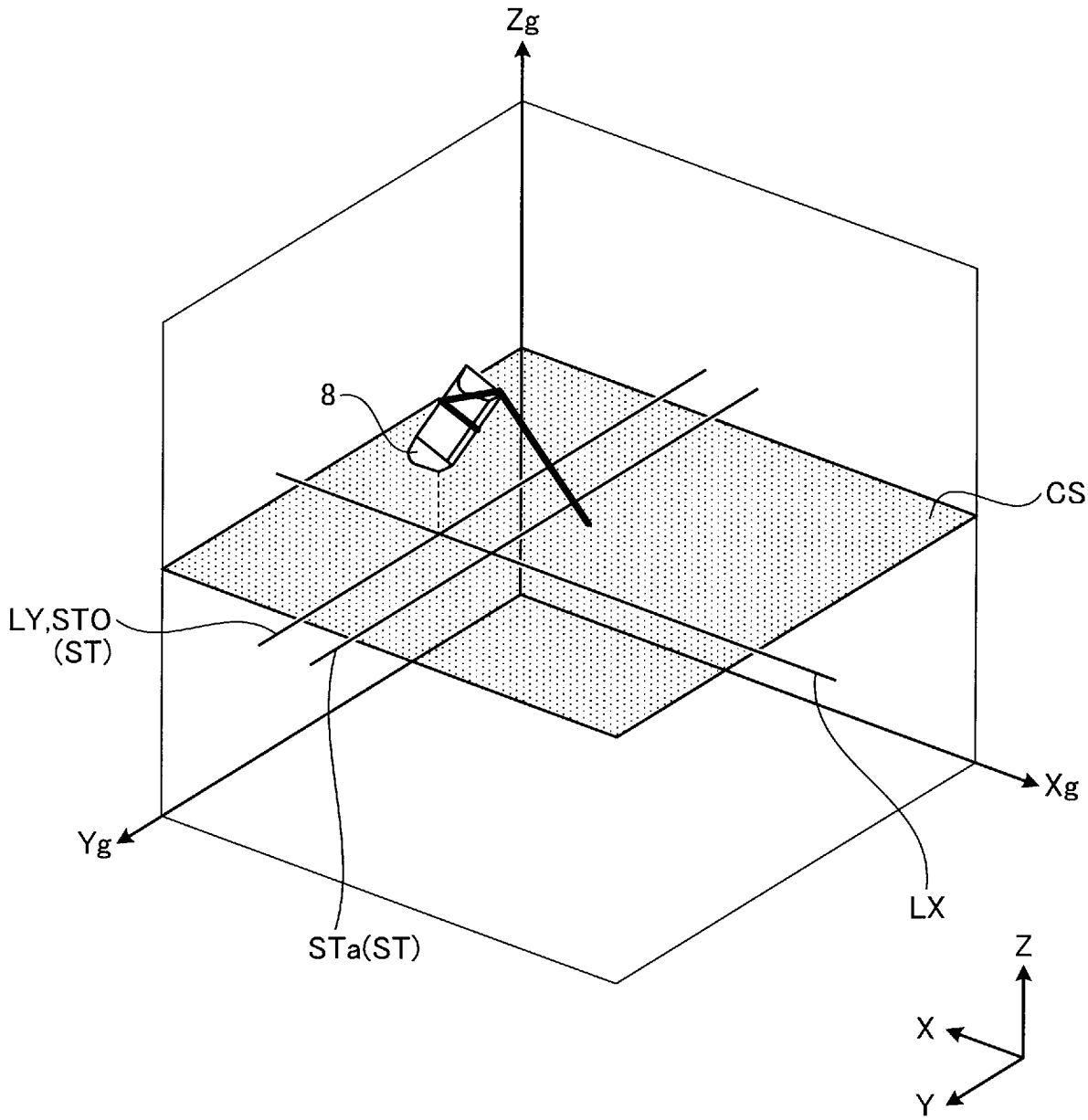
[図18]



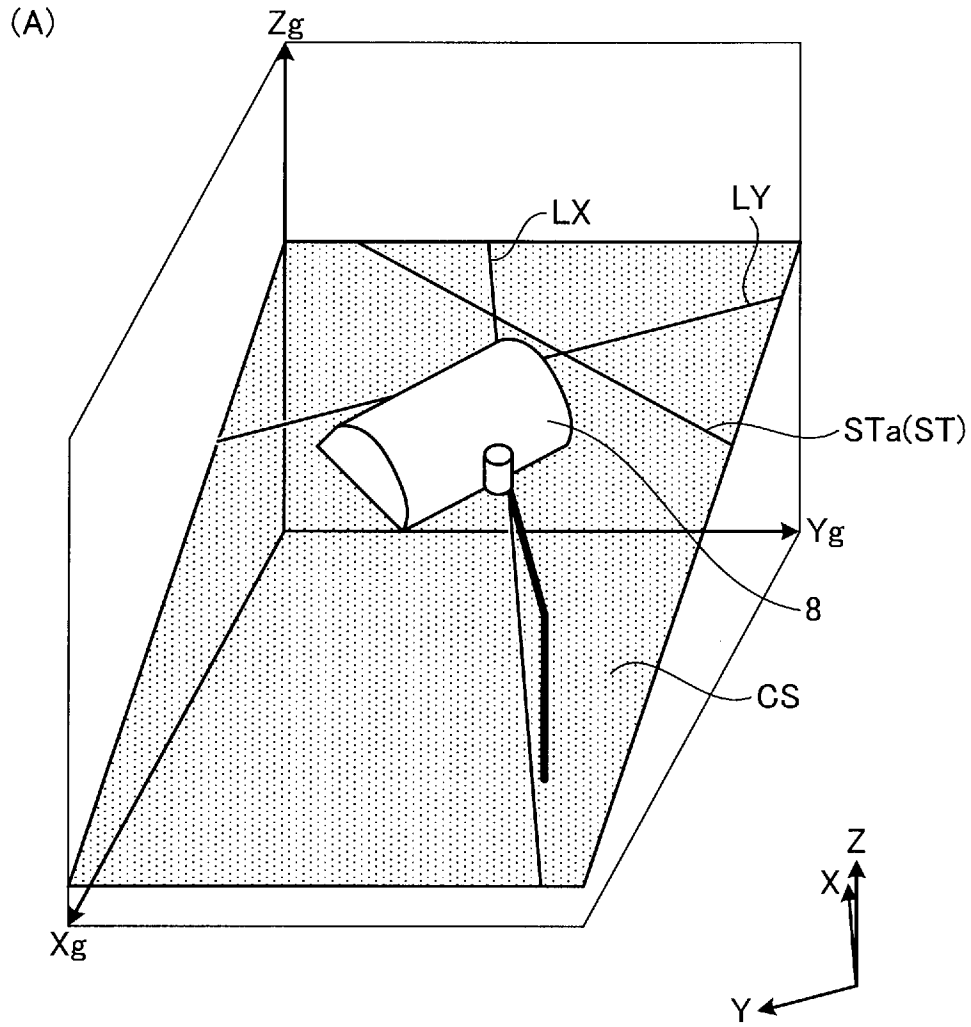
[図19]

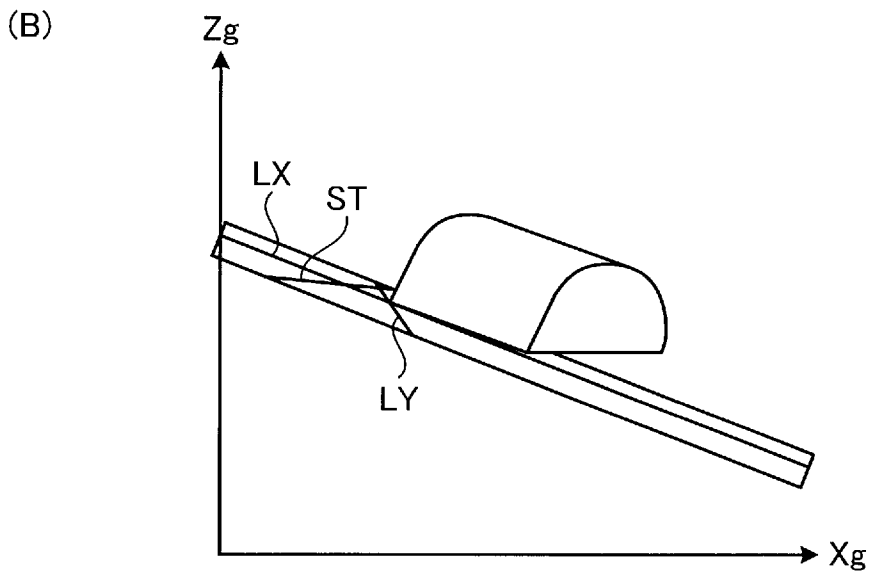


[図20]

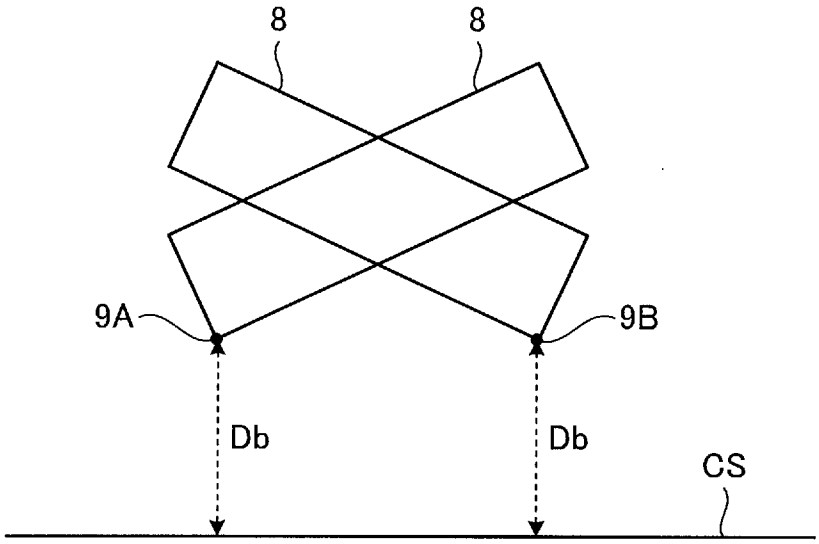


[図21]

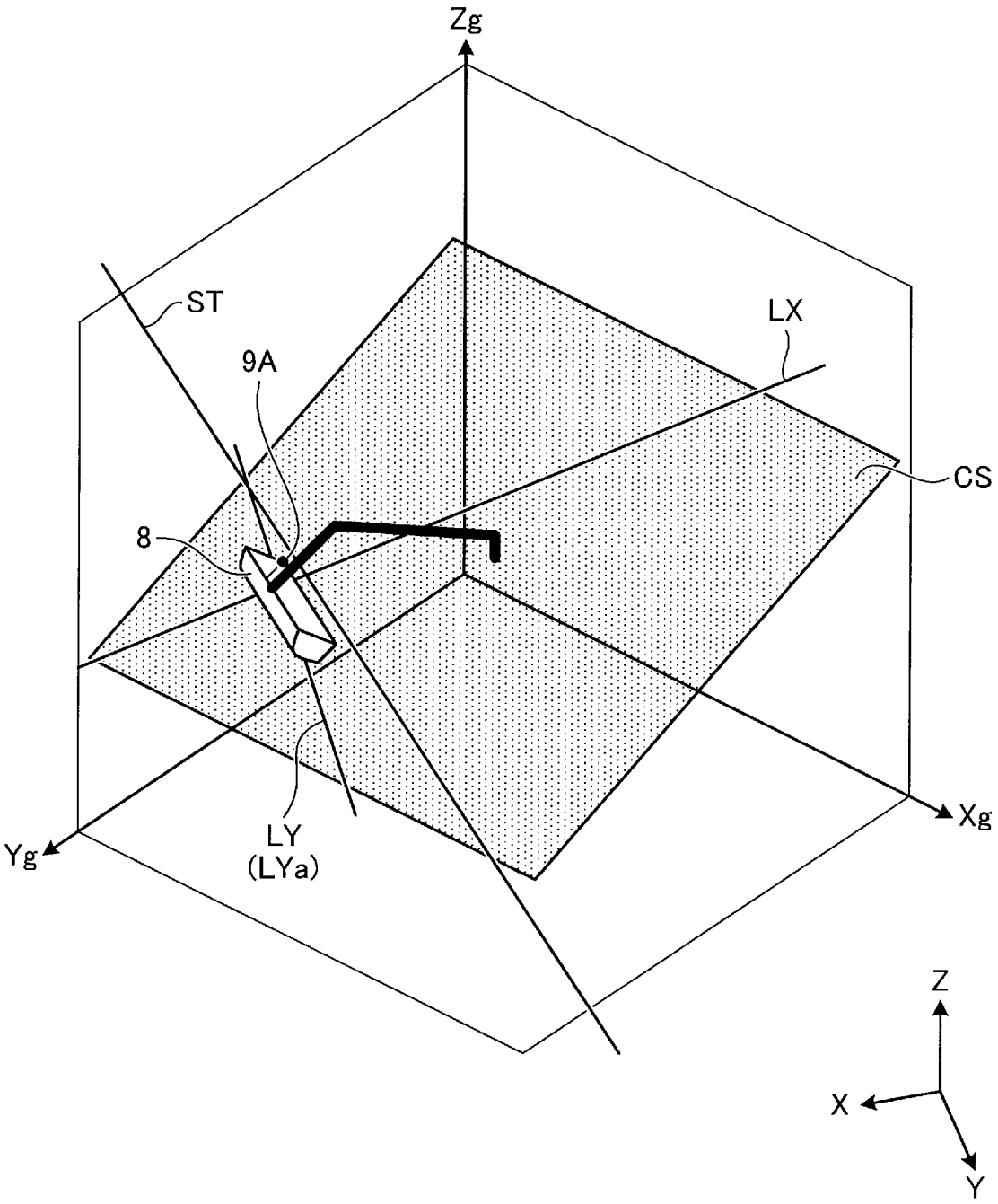




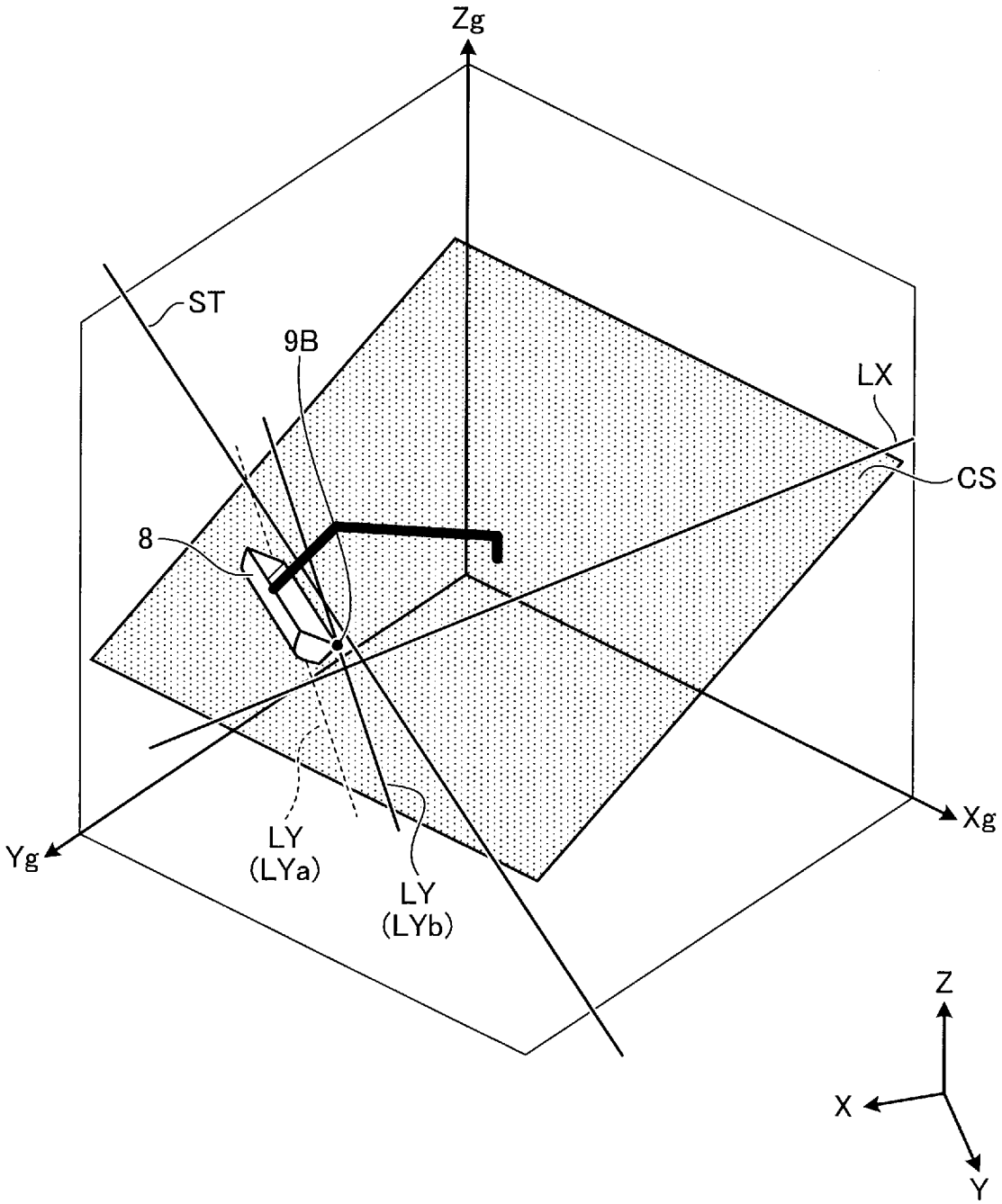
[図22]



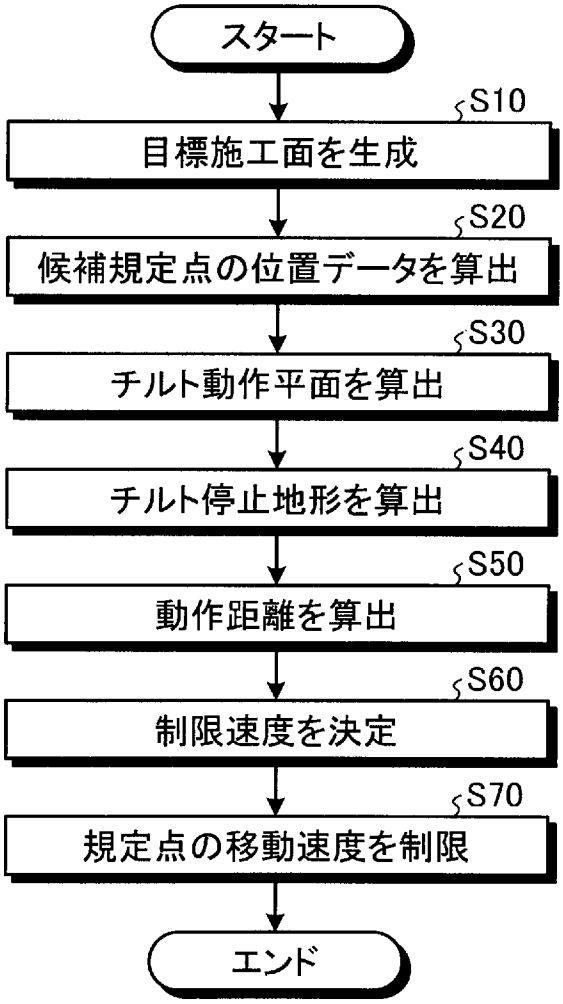
[図23]



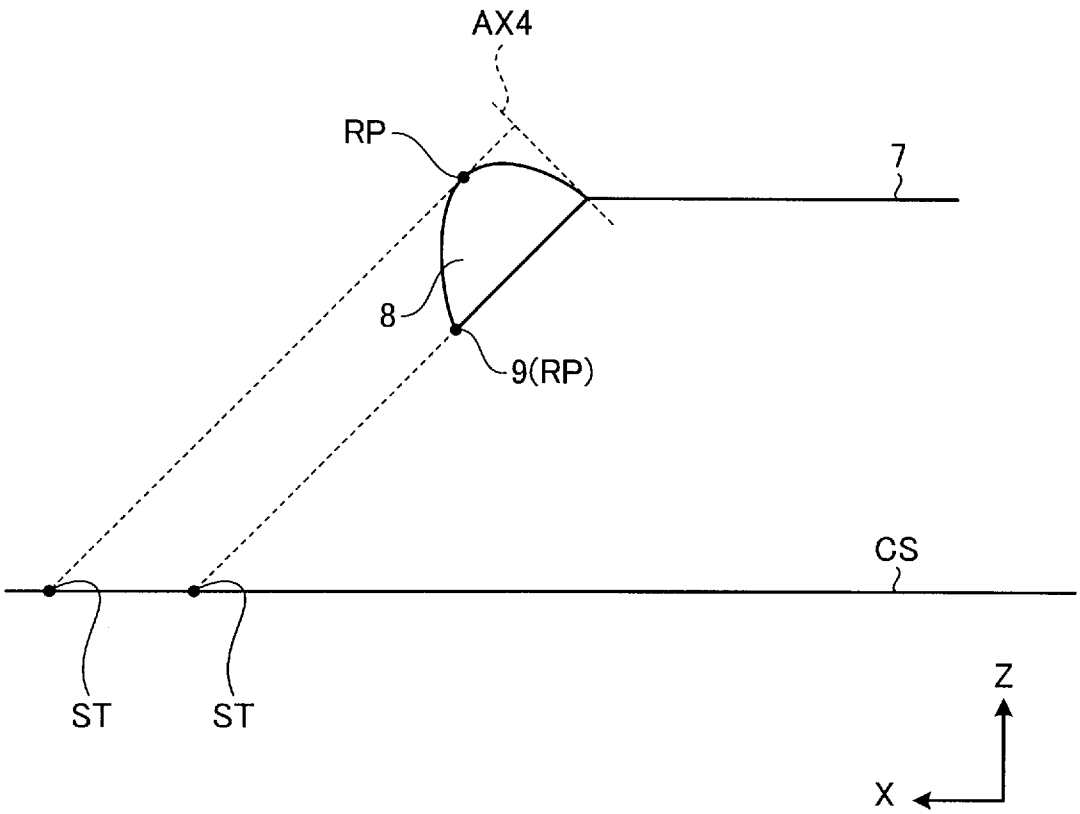
[図24]



[図25]


スタート
S10
目標施工面を生成
S20
候補規定点の位置データを算出
S30
チルト動作平面を算出
S40
チルト停止地形を算出
S50
動作距離を算出
S60
制限速度を決定
S70
規定点の移動速度を制限
エンド

[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
E02F3/43(2006.01)i, *E02F9/20*(2006.01)i, *E02F9/26*(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)
E02F3/43, E02F9/20, E02F9/26

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015/186180 A1 (Komatsu Ltd.), 10 December 2015 (10.12.2015), entire text; all drawings & CN 105431597 A	1-7
A	JP 2014-74319 A (Komatsu Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), entire text; all drawings & US 2015/0345114 A1 & WO 2014/054327 A1 & DE 112013000124 T & CN 103906879 A & KR 10-2015-0022922 A	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 August 2016 (19.08.16)	30 August 2016 (30.08.16)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６６０７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　E02F3/43(2006.01)i, E02F9/20(2006.01)i, E02F9/26(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.　E02F3/43, E02F9/20, 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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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	WO 2015/186180 A1 (株式会社小松製作所) 2015.12.10, 全文, 全図 & CN 105431597 A	1-7
A	JP 2014-74319 A (株式会社小松製作所) 2014.04.24, 全文, 全図 & US 2015/0345114 A1 & WO 2014/054327 A1 & DE 112013000124 T & CN 103906879 A & KR 10-2015-0022922 A	1-7

☐　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
「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	国際調査報告の発送日
１９．０８．２０１６	３０．０８．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｂ　３２０１
須永　聡
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２３７