

(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
2015年6月11日(11.06.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/083469 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 3/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078977
- (22) 国際出願日: 2014年10月30日(30.10.2014)
- (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: 登尾 大地 (NOBORIO, Daichi); 〒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). 田中 昌也
(TANAKA, Masaya); 〒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: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東
京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビ
ルディング 酒井国際特許事務所 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).

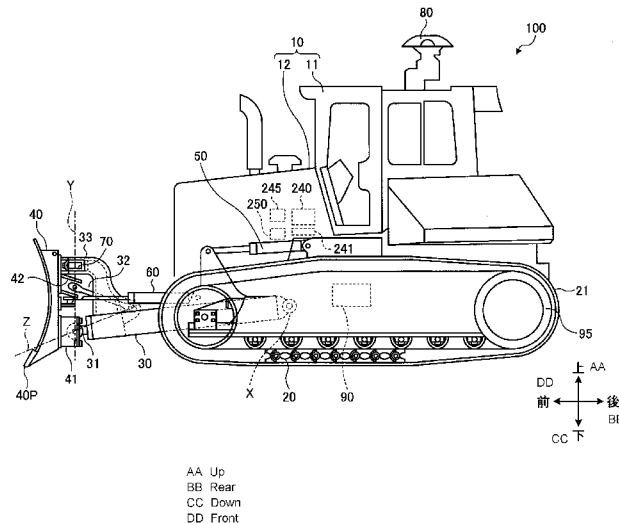
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

[続葉有]

(54) Title: BLADE CONTROL DEVICE, WORK VEHICLE, AND BLADE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: ブレード制御装置、作業車両、及びブレード制御方法



(57) Abstract: This blade control device includes: a blade control unit that outputs a drive command for driving a hydraulic cylinder; a target height generation device that calculates the target height of a cutting edge on the basis of absolute position data, vehicle body inclination angle data, and design surface data; a target height data acquisition unit that acquires target height data indicating the target height at a first time point; an actual height computation unit that calculates the actual height of the cutting edge at the first time point on the basis of the absolute position data, the vehicle body inclination angle data, and cylinder length data; and an estimation unit that estimates the predicted height of the cutting edge at a third time point subsequent to the first time point on the basis of the drive command output from the blade control unit at a second time point prior to the first time point, and on the basis of actual height data indicating the actual height of the cutting edge at the first time point or at a time point prior to the first time point. On the basis of the predicted height at the third time point and the target height at the first time point, the blade control unit outputs, at the first time point, a drive command so as to reduce the deviation between the predicted height and the target height.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/083469 A1



-
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正 — 出願人の請求に基づく第 2 1 条(2)(a)による期
正を受理した際には再公開される。(規則 間経過前の公開。
48.2(h))

ブレード制御装置は、油圧シリンダを駆動する駆動指令を出力するブレード制御部と、絶対位置データと車体傾斜角データと設計面データとに基づいて、刃先の目標高さを算出する目標高さ生成装置と、第 1 時点の目標高さを示す目標高さデータを取得する目標高さデータ取得部と、絶対位置データと車体傾斜角データとシリンダ長データとに基づいて、第 1 時点の刃先の実高さを算出する実高さ演算部と、第 1 時点よりも前の第 2 時点でブレード制御部から出力された駆動指令と、第 1 時点又は第 1 時点よりも前の時点の刃先の実高さを示す実高さデータとに基づいて、第 1 時点よりも後の第 3 時点の刃先の予測高さを推定する推定部と、を備える。ブレード制御部は、第 3 時点の予測高さと、第 1 時点の目標高さとに基づいて、第 1 時点において、予測高さと目標高さととの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。

明 細 書

発明の名称：

ブレード制御装置、作業車両、及びブレード制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ブレード制御装置、作業車両、及びブレード制御方法に関する。

背景技術

[0002] ブレードを有する作業車両は、地面の掘削、整地、及び土砂の運搬などに使用される。ブレードの刃先を設計面に追従させる作業車両の一例が特許文献1及び特許文献2に開示されている。設計面とは、施工対象の目標形状を示す3次元の設計地形をいう。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5161403号

特許文献2：特許第5285805号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ブレードは、油圧システムによって作動する。油圧システムは、ブレード制御装置から出力される制御信号によって制御される。ブレードを目標高さに制御するとき、応答性を高めようとする、車速及びブレード負荷の変動に対して制御が追従できなくなる可能性がある。

[0005] 本発明の態様は、ブレードの制御性を向上して、所望の形状に整地できるブレード制御装置、作業車両、及びブレード制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様に従えば、作業車両の車体に上下方向に移動可能に支

持されるブレードの刃先の高さを制御するブレード制御装置であって、前記ブレードを上下方向に移動可能な油圧シリンダを駆動する駆動指令を出力するブレード制御部と、前記車体の絶対位置を示す絶対位置データと、前記車体の傾斜角を示す車体傾斜角データと、掘削対象の目標形状の3次元の設計地形である設計面を示す設計面データとに基づいて、前記刃先の目標高さを算出する目標高さ生成装置と、前記目標高さ生成装置で算出された第1時点の目標高さを示す目標高さデータを取得する目標高さデータ取得部と、前記第1時点の前記絶対位置データと、前記車体傾斜角データと、前記油圧シリンダのストローク長さを示すシリンダ長データとに基づいて、前記第1時点の前記刃先の実高さを算出する実高さ演算部と、前記第1時点よりも前の第2時点で前記ブレード制御部から出力された前記駆動指令と、前記第1時点又は前記第1時点よりも前の時点の前記刃先の実高さを示す実高さデータとに基づいて、前記第1時点よりも後の第3時点の前記刃先の予測高さを推定する推定部と、を備え、前記ブレード制御部は、前記第3時点の前記予測高さと、前記第1時点の前記目標高さとに基づいて、前記第1時点において、前記予測高さと前記目標高さととの偏差が小さくなるように、第1駆動指令を出力する、ブレード制御装置が提供される。

[0007] 本発明の第1の態様において、前記実高さ演算部は、所定の周期で前記実高さを算出し、前記第2時点は、前記第1時点よりも1周期前の時点を含み、前記第3時点は、前記第1時点よりも1周期後の時点を含んでもよい。

[0008] 本発明の第1の態様において、前記第2時点の前記駆動指令は、前記油圧シリンダの目標シリンダ速度指令を含み、前記推定部は、前記第1時点又は前記第1時点よりも前の時点の実高さと、前記第2時点の駆動指令と、前記周期とに基づいて、前記予測高さを推定してもよい。

[0009] 本発明の第1の態様において、前記ブレードにかかる負荷を示すブレード負荷データを取得するブレード負荷データ取得部を備え、前記推定部は、前記ブレード負荷データに基づいて、前記予測高さを算出するためのゲインを調整してもよい。

[0010] 本発明の第1の態様において、前記第1時点の前記目標高さと前記実高さとの第1偏差が、前記第2時点の前記目標高さと前記実高さとの第2偏差よりも大きいかな否かを判定する判定部を備え、前記ブレード制御部は、前記第1偏差が前記第2偏差よりも小さいと判定されたとき、前記第1駆動指令を出力し、前記第1偏差が前記第2偏差よりも大きいと判定されたとき、前記第1時点の実高さと、前記第1時点の目標高さに基づいて、前記第1時点において、前記実高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるように、第2駆動指令を出力してもよい。

[0011] 本発明の第1の態様において、前記第1時点で前記目標高さデータ取得部が前記目標高さ生成装置から取得した前記目標高さと、前記第2時点で前記目標高さデータ取得部が前記目標高さ生成装置から取得した前記目標高さに基づいて、前記第3時点の前記目標高さを推定する目標高さ補正部を備え、前記ブレード制御部は、前記第3時点の前記予測高さと、前記目標高さ補正部で推定された前記第3時点の前記目標高さに基づいて、前記第1時点において、前記予測高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるように、第1駆動指令を出力してもよい。

[0012] 本発明の第2の態様に従えば、車体と、前記車体に上下方向に移動可能に支持される刃先を有するブレードと、第1の態様のブレード制御装置と、を備える作業車両が提供される。

[0013] 本発明の第3の態様に従えば、作業車両の車体に上下方向に移動可能に支持されるブレードの刃先の高さを制御するブレード制御方法であって、前記ブレードを上下方向に移動可能な油圧シリンダを駆動する駆動指令を出力することと、前記車体の絶対位置を示す絶対位置データと、前記車体の傾斜角を示す車体傾斜角データと、掘削対象の目標形状の3次元の設計地形である設計面を示す設計面データとに基づいて、前記刃先の目標高さを算出することと、第1時点の前記目標高さを示す目標高さデータを取得することと、前記第1時点の前記絶対位置データと、前記車体傾斜角データと、前記油圧シリンダのストローク長さを示すシリンダ長データとに基づいて、前記第1時

点の前記刃先の実高さを算出することと、前記第 1 時点よりも前の第 2 時点
で出力された前記駆動指令と、前記第 1 時点又は前記第 1 時点よりも前の時
点の前記刃先の実高さを示す実高さデータとに基づいて、前記第 1 時点より
も後の第 3 時点の前記刃先の予測高さを推定することと、を含み、前記第 1
時点において、前記第 3 時点の前記予測高さと、前記第 1 時点の前記目標高
さとに基づいて、前記予測高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるよう
に、第 1 駆動指令が出力される、ブレード制御方法が提供される。

発明の効果

[0014] 本発明の態様によれば、ブレードの応答性を向上して、所望の形状に整地
できるブレード制御装置、作業車両、及びブレード制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図 1 は、本実施形態に係る作業車両の一例を示す図である。

[図2]図 2 は、本実施形態に係る作業車両を模式的に示す図である。

[図3]図 3 は、本実施形態に係るブレード制御装置の一例を示すブロック図で
ある。

[図4]図 4 は、本実施形態に係るブレードコントローラ及び目標高さ生成装置
の一例を示す機能ブロック図である。

[図5]図 5 は、本実施形態に係るブレード制御方法の一例を示すフローチャー
トである。

[図6]図 6 は、本実施形態に係る目標高さの一例を説明するための図である。

[図7]図 7 は、本実施形態に係る目標高さの一例を説明するための図である。

[図8]図 8 は、本実施形態に係る予測高さの一例を説明するための図である。

[図9]図 9 は、本実施形態に係る目標高さの一例を説明するための図である。

[図10]図 10 は、比較例に係る刃先の高さ及び本実施形態に係る刃先の高さ
の一例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0016] 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。

[0017] 図1は、本実施形態に係る作業車両100の一例を示す図である。本実施形態においては、作業車両100がブルドーザ100である例について説明する。なお、作業車両100は、例えばモータグレーダでもよい。

[0018] 以下の説明においては、「上」「下」「前」「後」「左」「右」の用語を使用して、各部の位置関係について説明する。「上」「下」「前」「後」「左」「右」とは、ブルドーザ（作業車両）100の運転室11の運転席に着座したオペレータを基準とする用語である。

[0019] （ブルドーザ100の全体構成）

本実施形態に係るブルドーザ100の全体構成について説明する。図1に示すように、ブルドーザ100は、車体10と、走行装置20と、リフトフレーム30と、ブレード40と、リフトシリンダ50と、アングルシリンダ60と、チルトシリンダ70と、GPSレシーバ80と、IMU（Inertial Measurement Unit）90と、スプロケット95と、油圧ポンプ240と、油圧モータ241と、油圧ポンプ245と、油圧センサ250と、を備える。

[0020] また、ブルドーザ100は、ブレード制御装置200を搭載する。ブレード制御装置200は、ブレード40の刃先40Pの高さを制御する。ブレード制御装置200の構成及び動作については後述する。

[0021] 車体10は、運転室11とエンジン室12とを有する。運転室11には、運転席が設けられる。運転室11には、各種の操作装置が配置される。運転席に着座したオペレータは、操作装置を操作可能である。エンジン室12は、運転室11の前方に配置される。

[0022] 走行装置20は、クローラ21を含む。走行装置20は、車体10の下部に配置される。スプロケット95の駆動により、クローラ21が回転することによって、ブルドーザ100は走行する。

[0023] リフトフレーム30は、車幅方向（左右方向）において走行装置20の内側に配置される。リフトフレーム30は、車幅方向に平行な軸線Xを中心に

上下方向に回転可能に車体 10 に支持される。リフトフレーム 30 は、球関節部 31 と、ピッチ支持リンク 32 と、支柱部 33 とを介して、ブレード 40 を支持する。

[0024] ブレード 40 は、車体 10 に上下方向に移動可能に支持される。ブレード 40 は、リフトフレーム 30 を介して、車体 10 に支持される。ブレード 40 は、車体 10 の前方に配置される。ブレード 40 は、球関節部 31 に当接される自在継手 41 と、ピッチ支持リンク 32 に当接されるピッチング継手 42 と、を有する。ブレード 40 は、リフトフレーム 30 の上下方向の回転に伴って上下方向に移動する。

[0025] ブレード 40 は、刃先 40P を有する。刃先 40P は、ブレード 40 の下端部に配置される。整地作業及び掘削作業において、刃先 40P が地面に挿入される。

[0026] リフトシリンダ 50 は、ブレード 40 を上下方向（リフト方向）に移動可能な油圧シリンダである。リフトシリンダ 50 は、車体 10 とリフトフレーム 30 とに連結される。リフトシリンダ 50 が伸縮することによって、リフトフレーム 30 及びブレード 40 は、軸線 X を中心に上下方向に回転される。

[0027] アングルシリンダ 60 は、ブレード 40 を回転方向（アングル方向）に移動可能な油圧シリンダである。アングルシリンダ 60 は、リフトフレーム 30 とブレード 40 とに連結される。アングルシリンダ 60 が伸縮することによって、ブレード 40 は、自在継手 41 及びピッチング継手 42 それぞれの回転中心を通る軸線 Y を中心に回転する。

[0028] チルトシリンダ 70 は、ブレード 40 を回転方向（チルト方向）に移動可能な油圧シリンダである。チルトシリンダ 70 は、リフトフレーム 30 の支柱部 33 とブレード 40 の右上端部とに連結される。チルトシリンダ 70 が伸縮することによって、ブレード 40 は、球関節部 31 とピッチ支持リンク 32 の下端部とを結ぶ軸線 Z を中心に回転する。リフトフレーム 30、ブレード 40、リフトシリンダ 50、アングルシリンダ 60、チルトシリンダ 70

0の実施例は一例でこの構成に限定はされない。

- [0029] GPSレシーバ80は、運転室11上に配置される。GPSレシーバ80は、GPS (Global Positioning System; 全地球測位システム) 用のアンテナである。GPSレシーバ80は、自機の絶対位置を示すGPSデータ (絶対位置データ) を取得する。
- [0030] IMU (Inertial Measurement Unit) 90は、慣性計測装置である。IMU 90は、前後方向及び左右方向の車体10の傾斜角を示す車体傾斜角データを取得する。
- [0031] スプロケット95は、エンジン室12に収容されるエンジン (不図示) からの動力がトランスミッションを介して伝達されることによって駆動される。トランスミッションはエンジンと接続され、エンジンの回転運動により発生する軸動力をスプロケット95に伝達する。これにより、スプロケット95が駆動する。スプロケット95の駆動により、走行装置20が作動する。
- [0032] 本実施形態において、油圧ポンプ240は、走行装置20を走行させるための油圧ポンプ (走行用油圧ポンプ) である。油圧ポンプ240は、エンジンに接続される。油圧モータ241は、走行装置20を走行させるための油圧モータ (走行用油圧モータ) である。油圧モータ241は、スプロケット95に接続される。トランスミッションは、エンジンに接続される油圧ポンプ240と、スプロケット95に接続される油圧モータ241と、を有するHST (Hydraulic Static Transmission) を含む。油圧ポンプ240から油圧モータ241に作動油が供給される。これにより、油圧モータ241が作動し、スプロケット95が駆動する。
- [0033] 油圧ポンプ240の駆動により作動油が油圧モータ241に供給される。油圧モータ241は供給された作動油により動力を発生する。油圧モータ241が発生した動力は、油圧モータ241に接続されたスプロケット95に伝達される。
- [0034] なお、トランスミッションは、HSTでなくてもよい。トランスミッションは、トルクコンバータでもよいし、油圧ポンプ240及び油圧モータ24

1を発電機及び電動機に置き換えたディーゼルエレクトリックでもよい。また、上記機構に遊星歯車機構を組み合わせた構成としてもよい。

[0035] 油圧ポンプ245は、ブレード40を動かすための油圧ポンプ（作業機用油圧ポンプ）である。油圧ポンプ245は、リフトシリンダ50に作動油を供給する。これにより、リフトシリンダ50が作動する。油圧ポンプ245は、アングルシリンダ60に作動油を供給する。これにより、アングルシリンダ60が作動する。油圧ポンプ245は、チルトシリンダ70に作動油を供給する。これにより、チルトシリンダ70が作動する。

[0036] 油圧センサ250は、油圧ポンプ245からリフトシリンダ50に供給される作動油の圧力を検出する。油圧センサ250は、作動油の圧力を示す圧力データを取得する。油圧センサ250によって検出される圧力は、走行装置20の牽引力に基づいて変化する。油圧センサ250で検出された圧力に基づいて、ブレード40にかかる負荷（ブレード負荷）が求められる。すなわち、本実施形態において、油圧センサ250は、ブレードにかかる負荷を示すブレード負荷データを取得するブレード負荷センサとして機能する。

[0037] なお、油圧センサ250は、油圧ポンプ240から油圧モータ241に供給される作動油の圧力を検出してもよい。油圧センサ250は、作動油の圧力を示す圧力データを取得する。油圧センサ250によって検出される圧力は、ブレード40にかかる負荷に基づいて変化する。油圧センサ250で検出された圧力に基づいて、ブレード40にかかる負荷（ブレード負荷）が求められる。すなわち、リフトシリンダ50に供給される作動油の圧力を検出する場合においても、油圧センサ250は、ブレードにかかる負荷を示すブレード負荷データを取得するブレード負荷センサとして機能する。

[0038] なお、ブレード負荷センサが、スプロケット95の駆動トルクを検出する駆動トルクセンサを含んでもよい。スプロケット95の駆動トルクは、走行装置20の牽引力に基づいて変化する。駆動トルクセンサで検出された駆動トルクに基づいて、ブレード負荷が求められる。すなわち、ブレード負荷データが、スプロケット95の駆動トルクを示す駆動トルクデータを含んでも

よい。

[0039] 図2は、本実施形態に係るブルドーザ100を模式的に示す図である。図2において、リフトフレーム30の原点位置が二点鎖線で示されている。リフトフレーム30が原点位置に位置する場合、ブレード40の刃先40Pは地面に接地する。

[0040] 図2に示すように、ブルドーザ100は、リフトシリンダセンサ50Sを備える。リフトシリンダセンサ50Sは、ロッドの位置を検出する回転ローラと、ロッドの位置を原点復帰する磁力センサと、を有する。リフトシリンダセンサ50Sは、リフトシリンダ50のストローク長さLを検出する。以下の説明において、リフトシリンダ50のストローク長さLを適宜、リフトシリンダ長L、と称する。リフトシリンダセンサ50Sは、リフトシリンダ50のストローク長さ（リフトシリンダ長）Lを示すリフトシリンダ長データを取得する。

[0041] リフトシリンダ長データに基づいて、ブレード40のリフト角 θ が算出される。リフト角 θ は、ブレード40の原点位置からの下降角度、すなわち、刃先40Pの地中への貫入深さに対応する。ブレード40を原点位置から下降させた状態で前進することによって、ブルドーザ100による整地作業及び掘削作業が行われる。

[0042] なお、ブルドーザ100は、アングルシリンダ60のストローク長さ（アングルシリンダ長）を検出するアングルシリンダセンサと、チルトシリンダ70のストローク長さ（チルトシリンダ長）を検出するチルトシリンダセンサと、を更に備える。アングルシリンダセンサ及びチルトシリンダセンサのそれぞれは、ロッドの位置を検出する回転ローラと、ロッドの位置を原点復帰する磁力センサと、を有する。アングルシリンダセンサは、アングルシリンダ長を示すアングルシリンダ長データを取得する。チルトシリンダセンサは、チルトシリンダ長を示すチルトシリンダ長データを取得する。

[0043] 以下においては、リフト角 θ の用途について主に説明し、アングル角及びチルト角の用途についての説明は省略する。

[0044] (ブレード制御装置200の構成)

次に、本実施形態に係るブレード制御装置200の一例について説明する。図3は、本実施形態に係るブレード制御装置200の一例を示すブロック図である。

[0045] ブレード制御装置200は、リフトシリンダ50と、スプロケット95と、比例制御弁230と、油圧ポンプ240と、油圧モータ241と、油圧ポンプ245と、インプット装置260と、を備える。ブレード制御装置200は、油圧センサ250と、リフトシリンダセンサ50Sと、GPSレシーバ80と、IMU90と、を備える。ブレード制御装置200は、ブレードコントローラ210と、目標高さ生成装置220と、を備える。

[0046] 油圧ポンプ240は、走行装置20を走行させるための油圧ポンプ（走行用油圧ポンプ）である。油圧ポンプ240は、エンジンに接続される。油圧モータ241は、走行装置20を走行させるための油圧モータ（走行用油圧モータ）である。油圧モータ241は、スプロケット95に接続される。トランスミッションは、エンジンに接続される油圧ポンプ240と、スプロケット95に接続される油圧モータ241と、を有するHST (Hydraulic Static Transmission) を含む。油圧ポンプ240から油圧モータ241に作動油が供給される。これにより、油圧モータ241が作動し、スプロケット95が駆動する。油圧ポンプ240の駆動により作動油が油圧モータ241に供給される。油圧モータ241は供給された作動油により動力を発生する。油圧モータ241が発生した動力は、油圧モータ241に接続されたスプロケット95に伝達される。これにより、走行装置20が走行する。

[0047] 油圧ポンプ245は、ブレード40を動かすための油圧ポンプ（作業機用油圧ポンプ）である。比例制御弁230は、リフトシリンダ50と油圧ポンプ245との間に配置される。油圧ポンプ245は、比例制御弁230を介して、リフトシリンダ50に作動油を供給する。リフトシリンダ50は、比例制御弁230により制御された作動油に基づいて駆動する。インプット装置260は、オペレータによって操作される操作レバー及びデセレーション

ペダルを含む。

- [0048] ブレードコントローラ 210 は、CPU のようなプロセッサを有するコンピュータシステムを含む。目標高さ生成装置 220 は、CPU のようなプロセッサを有するコンピュータシステムを含む。
- [0049] ブレードコントローラ 210 は、ブレード 40 を上下方向に移動可能なリフトシリンダ 50 を駆動する駆動指令を出力する。ブレードコントローラ 210 は、リフトシリンダ 50 に供給される作動油を制御する比例制御弁 230 に、駆動指令に基づく制御信号を出力する。
- [0050] ブレードコントローラ 210 は、インプット装置 260 の操作レバーの操作に応じて、ブレード駆動指令、左右の走行装置 20 をそれぞれ操作し旋回を行う。また、ブレードコントローラ 210 は、インプット装置 260 のデセレーションペダルの操作に応じて、トランスミッションの出力を調整し、車速を変化させる。
- [0051] 目標高さ生成装置 220 は、刃先 40 P の目標位置を示す目標高さデータを算出する。
- [0052] 油圧センサ 250 は、圧力データ（ブレード負荷データ）をブレードコントローラ 210 に送信する。
- [0053] リフトシリンダセンサ 50 S は、リフトシリンダ 50 のリフトシリンダ長 L を示すリフトシリンダ長データをブレードコントローラ 210 に送信する。
- [0054] GPS レシーバ 80 は、GPS データを目標高さ生成装置 220 に送信する。目標高さ生成装置 220 は、GPS データをブレードコントローラ 210 に送信する。なお、GPS レシーバ 80 が、GPS データをブレードコントローラ 210 に送信してもよい。
- [0055] IMU 90 は、ブルドーザ 100 の絶対座標系におけるピッチ及びロール等の傾斜角を示す車体傾斜角データを目標高さ生成装置 220 に送信する。目標高さ生成装置 220 は、車体傾斜角データをブレードコントローラ 210 に送信する。なお、IMU 90 が、車体傾斜角データをブレードコントロ

ーラ 210 に送信してもよい。

- [0056] ブレードコントローラ 210 は、油圧センサ 250 からブレード負荷データ（圧力データ）を取得する。ブレードコントローラ 210 は、リフトシリンダセンサ 50S からリフトシリンダ長データを取得する。ブレードコントローラ 210 は、GPS レシーバ 80 から GPS データを取得する。ブレードコントローラ 210 は、IMU 90 から車体傾斜角データを取得する。
- [0057] ブレードコントローラ 210 は、GPS データ（絶対位置データ）に基づいて、グローバル座標系における GPS レシーバ 80 の GPS 位置（絶対位置）を算出する。なお、グローバル座標系は、地球に固定された原点（絶対基準位置）を基準とした座標系である。
- [0058] ブレードコントローラ 210 は、リフトシリンダ長データに基づいて、ブレード 40 のリフト角 θ （図 2 参照）を算出する。ブレードコントローラ 210 は、リフト角 θ と車体寸法データとに基づいて、グローバル座標系からローカル座標系へ座標系の変換を行った後、ローカル座標系における GPS レシーバ 80 に対するブレード 40 の刃先 40P の位置（相対位置）を算出する。なお、ローカル座標系は、ブルドーザ 100 の車体 10 に固定された原点（車体基準位置）を基準とした座標系である。ローカル座標系を、車両本体座標系、と称してもよい。
- [0059] 車体寸法データは、既知データであり、ブレードコントローラ 210 に予め記憶されている。ブレードコントローラ 210 は、グローバル座標系における GPS レシーバ 80 の絶対位置を示す GPS データと、ローカル座標系における GPS レシーバ 80 に対する刃先 40P の相対位置を示すローカル位置データと、車体 10 の傾斜角を示す車体傾斜角データとに基づいて、グローバル座標系における刃先 40P の位置（実高さ）を算出する。すなわち、ブレードコントローラ 210 は、車体 10 の GPS 位置（絶対位置）を示す GPS データ（絶対位置データ）と、車体 10 の傾斜角を示す車体傾斜角データと、リフトシリンダ 50 のストローク長さを示すリフトシリンダ長データとに基づいて、刃先 40P の実際の位置（実高さ）を算出する。

- [0060] 目標高さ生成装置220は、GPSレシーバ80からGPSデータを取得する。目標高さ生成装置220は、IMU90から車体傾斜角データを取得する。
- [0061] 目標高さ生成装置220は、作業エリア内における掘削対象の目標形状を示す3次元の設計地形である設計面を示す設計面データを予め記憶する。目標高さ生成装置220は、車体寸法データと、シリンダ長データから求めたリフト角 θ と、GPSデータと、車体傾斜角データと、設計面データとに基づいて、グローバル座標系からローカル座標系へ変換を行い、ローカル座標系における刃先40Pの目標位置（目標高さ）を算出する。
- [0062] 目標高さ生成装置220は、算出した目標高さを示す目標高さデータをブレードコントローラ210に送信する。ブレードコントローラ210は、目標高さデータを取得する。ブレードコントローラ210は、実高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令に基づく制御信号を比例制御弁230に出力する。制御信号は、電流を含む。ブレードコントローラ210は、実高さと目標高さとに基づいて得られる電流値に対応した電流を制御信号として比例制御弁230に出力する。
- [0063] 後述するように、ブレードコントローラ210は、未来の刃先40Pの高さ（予測高さ）を推定する。ブレードコントローラ210は、予測高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令に基づく制御信号を比例制御弁230に出力する。制御信号は、電流を含む。ブレードコントローラ210は、予測高さと目標高さとに基づいて得られる電流値に対応した電流を制御信号として比例制御弁230に出力する。
- [0064] 比例制御弁230の開口度は、ブレードコントローラ210から制御信号として出力される電流によって制御される。なお、ブレードコントローラ210から制御信号として出力される電流は、インพุット装置260により調整可能である。
- [0065] 次に、本実施形態に係るブレードコントローラ210及び目標高さ生成装置220の機能について説明する。図4は、本実施形態に係るブレードコン

トローラ 210 及び目標高さ生成装置 220 の一例を示す機能ブロック図である。

[0066] (ブレードコントローラ 210 の機能)

図 4 に示すように、ブレードコントローラ 210 は、車両データ取得部 211 と、実高さ演算部 212 と、判定部 213 と、推定部 214 と、フィルタ部 215 と、目標高さデータ取得部 216 と、目標高さ補正部 217 と、ブレード負荷データ取得部 218 と、ブレード制御部 219 と、記憶部 300 と、を含む。

[0067] 目標高さ生成装置 220 は、設計面データ格納部 221 と、データ取得部 222 と、目標高さ演算部 223 と、を含む。

[0068] 車両データ取得部 211 は、GPS レシーバ 80 から GPS データを取得する。車両データ取得部 211 は、IMU 90 から車体傾斜角データを取得する。車両データ取得部 211 は、リフトシリンダセンサ 50S からリフトシリンダ長データを取得する。

[0069] 実高さ演算部 212 は、車体寸法データと、GPS データと、車体傾斜角データと、リフトシリンダ長データとに基づいて、刃先 40P の実高さ（実際の高さ）を算出する。

[0070] 判定部 213 は、刃先 40P の目標高さと実高さとの偏差に基づいて、所定の判定を実施する。

[0071] 推定部 214 は、過去に出力された駆動指令と、現在の刃先 40P の実高さとに基づいて、未来の刃先 40P の予測高さを推定する。

[0072] フィルタ部 215 は、目標高さ生成装置 220 から送信された目標高さを示す目標高さデータをフィルタ処理する。本実施形態において、フィルタ部 215 は、カルマンフィルタを含む。

[0073] 目標高さデータ取得部 216 は、目標高さ生成装置 220 で算出された目標高さを示す目標高さデータを取得する。本実施形態において、目標高さデータ取得部 216 は、フィルタ部 215 でフィルタ処理された目標高さデータを取得する。

- [0074] 目標高さ補正部 217 は、過去の目標高さと現在の目標高さとに基づいて、未来の目標高さを推定する。
- [0075] 判定部 213 は、目標高さ補正部 217 で推定された未来の刃先 40P の目標高さと、実高さ演算部 212 で算出された現在の刃先 40P の実高さとに基づいて、後述する所定の判定を実施する。
- [0076] ブレード負荷データ取得部 218 は、油圧センサ 250 からブレード 40 の負荷を示すブレード負荷データを取得する。
- [0077] ブレード制御部 219 は、推定部 214 で推定された未来の刃先 40P の予測高さと、現在の刃先 40P の目標高さとに基づいて、予測高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、比例制御弁 230 に駆動指令に基づく制御信号を出力する。
- [0078] 記憶部 300 は、ブレードコントローラ 210 の制御に用いられる各種マップを記憶する。本実施形態において、記憶部 300 は、比例制御弁 230 に出力される制御信号としての電流と、その電流が比例制御弁 230 に供給されたときのリフトシリンダ 50 のシリンダ速度との関係を示すマップを記憶する。
- [0079] (目標高さ装置 220 の機能)
- 設計面データ格納部 221 は、掘削対象の目標形状の 3 次元の設計地形である設計面を示す設計面データを予め保持する。
- [0080] データ取得部 222 は、GPS レシーバ 80 から GPS データを取得する。データ取得部 222 は、IMU 90 から車体傾斜角データを取得する。データ取得部 222 は、設計面データ格納部 221 から設計面データを取得する。
- [0081] 目標高さ演算部 223 は、車体 10 の絶対位置を示す GPS データと、車体 10 の傾斜角を示す車体傾斜角データと、掘削対象の目標形状の 3 次元の設計地形である設計面を示す設計面データとに基づいて、刃先 40P の目標高さを算出する。目標高さ演算部 223 は、算出した目標高さを示す目標高さデータをフィルタ部 215 に送信する。

- [0082] 本実施形態においては、目標高さ生成装置 220 の目標高さ演算部 223 で算出された第 1 時点（現時点）の目標高さを示す目標高さデータが目標高さデータ取得部 216 に取得された場合、推定部 214 は、第 1 時点よりも前の第 2 時点（過去の時点）でブレード制御部 210 から出力された駆動指令と、第 1 時点の刃先 40P の実高さを示す実高さデータとに基づいて、第 1 時点よりも後の第 3 時点（未来の時点）の刃先 40P の予測高さを推定する。
- [0083] ブレード制御部 219 は、第 3 時点の予測高さと、第 1 時点の目標高さとに基づいて、第 1 時点において、予測高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。
- [0084] 本実施形態において、目標高さ演算部 223 は、所定の周期（例えば 10 ミリ秒毎）に、目標高さを算出する。実高さ演算部 212 は、所定の周期（例えば 10 ミリ秒毎）に、実高さを算出する。第 2 時点（過去の時点）は、例えば、第 1 時点（現時点）よりも 1 周期前の時点（10 ミリ秒前の時点）である。第 3 時点（未来の時点）は、例えば、第 1 時点（現時点）よりも 1 周期後の時点（10 ミリ秒後の時点）である。
- [0085] ブレード制御部 219 は、実高さと目標高さとの差が所定の関係のときに、予測高さと目標高さとに基づいて、駆動指令を出力する。ブレード制御部 219 は、実高さと目標高さとの差が所定の関係でないときに、実高さと目標高さとに基づいて、駆動指令を出力する。
- [0086] 実高さと目標高さとの差が所定の関係であるか否かは、判定部 213 によって判定される。本実施形態において、判定部 213 は、第 1 時点の目標高さと第 1 時点の実高さとの第 1 偏差が、第 2 時点の目標高さと第 2 時点の実高さとの第 2 偏差よりも大きいかな否かを判定する。
- [0087] ブレード制御部 219 は、第 1 偏差が第 2 偏差よりも小さいと判定されたとき、第 3 時点の予測高さと、第 1 時点の目標高さとに基づいて、第 1 時点において、予測高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。

[0088] ブレード制御部 219 は、第 1 偏差が第 2 偏差よりも大きいと判定されたとき、第 1 時点の実高さと、第 1 時点の目標高さとに基づいて、第 1 時点において、実高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。

[0089] 目標高さ補正部 217 は、第 1 時点で目標高さデータ取得部 216 が目標高さ生成装置 220 から取得した目標高さと、第 2 時点で目標高さデータ取得部 216 が目標高さ生成装置 220 から取得した目標高さとに基づいて、第 3 時点の目標高さ（補正目標高さ）を推定する。

[0090] 本実施形態においては、推定された目標高さ（補正目標高さ）が、第 1 時点の目標高さとして使用される。

[0091] 判定部 213 は、第 1 時点の目標高さ（補正目標高さ）と第 1 時点の実高さとの第 1 偏差が、第 2 時点の目標高さと第 2 時点の実高さとの第 2 偏差よりも大きいか否かを判定する。

[0092] 判定部 213 において、第 1 偏差が第 2 偏差よりも小さいと判定された場合、ブレード制御部 219 は、予測高さと、目標高さ補正部 217 で推定された目標高さとに基づいて、第 1 時点において、予測高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。

[0093] 判定部 213 において、第 1 偏差が第 2 偏差よりも大きいと判定された場合、ブレード制御部 219 は、実高さと、目標高さ補正部 217 で推定された目標高さとに基づいて、第 1 時点において、実高さと目標高さとの偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。

[0094] （ブレード制御方法）

次に、本実施形態に係るブレード制御方法について説明する。図 5 は、本実施形態に係るブレード制御方法の一例を示すフローチャートである。

[0095] 車両データ取得部 211 は、GPS データ、車体傾斜角データ、及びリフトシリンダ長データを取得する。実高さ演算部 212 は、第 1 時点の GPS データと、第 1 時点の車体傾斜角データと、第 1 時点のシリンダ長データとに基づいて、第 1 時点の刃先 40P の実高さを算出する（ステップ S P 1）

。上述のように、本実施形態において、実高さ演算部 212 は、所定の周期（10 ミリ秒毎）に、刃先 40 P の実高さを算出する。

[0096] また、データ取得部 222 は、GPS データ、車体傾斜角データ、及び設計面データを取得する。目標高さ演算部 223 は、GPS データと、車体傾斜角データと、シリンダ長データとに基づいて、刃先 40 P の目標高さを算出する。上述のように、本実施形態において、目標高さ演算部 223 は、所定の周期（10 ミリ秒毎）に、刃先 40 P の目標高さを算出する。目標高さ演算部 223 で算出された目標高さを示す目標高さデータは、所定の周期（10 ミリ秒毎）で、ブレードコントローラ 210 に送信される。

[0097] 目標高さデータ取得部 216 は、フィルタ部 215 を介して、目標高さ生成装置 220 で算出された第 1 時点の目標高さを示す目標高さデータを取得する（ステップ S P 2）。

[0098] これにより、ブレードコントローラ 210 は、第 1 時点の実高さデータと、第 1 時点の目標高さデータとを取得したことになる。

[0099] 上述のように、本実施形態においては、フィルタ部 215 でフィルタ処理された目標高さデータが目標高さデータ取得部 216 に取得される。フィルタ部 215 は、時間遅れの少ないフィルタが選定されることが望ましく例えばカルマンフィルタを含む。

[0100] 作業エリアにおいて、ブルドーザ 100 が走行する地面に凹凸がある場合、車体 10 の傾斜角は刻々と変化する。車体 10 の傾斜角の変化に伴って、目標高さ演算部 223 によって算出される目標高さデータも、刻々と変化する。刻々と変化する目標高さデータに基づいて、リフトシリンダ 50 及び比例制御弁 230 を含む油圧システムを使ってブレード 40 を制御しようとしても、制御が追い付かず、ハンチングのような制御不良が発生する可能性がある。そこで、本実施形態においては、目標高さデータをフィルタ処理し、そのフィルタ処理された目標高さデータを使って、ブレード 40 を制御する。これにより、制御不良の発生が抑制される。

[0101] 図 6 は、フィルタ部 215 の効果を説明するための図である。図 6 におい

て、ラインＬＯは、目標高さ演算部２２３から出力される目標高さデータを示す。ラインＬＯに示すように、車体１０の傾斜角の変化に伴って、目標高さ演算部２２３から出力される目標高さデータも、刻々と変化する。

[0102] 図６において、ラインＬＣは、カルマンフィルタを含むフィルタ部２１５によってフィルタ処理された後の目標高さデータを示す。すなわち、ラインＬＣは、フィルタ部２１５から目標高さデータ取得部２１６に出力される目標高さデータを示す。ラインＬＣで示すように、カルマンフィルタを含むフィルタ部２１５によって、目標高さデータは、大きな遅れを生じることなく、滑らかなデータに変換される。フィルタ処理された目標高さデータを使ってブレード４０を制御することにより、制御不良の発生が抑制される。

[0103] 図５に戻って、目標高さデータ取得部２１６が取得した目標高さデータは、目標高さ補正部２１７に送信される。目標高さ補正部２１７は、目標高さデータ取得部２１６から供給された目標高さデータを補正する（ステップＳＰ３）。

[0104] 例えば、目標高さ生成装置２２０による目標高さの算出のための演算の遅れ、又は目標高さ生成装置２２０からブレードコントローラ２１０に対する目標高さデータの送信の遅れが発生する可能性がある。上述のように、目標高さデータは、ＧＰＳデータ及び車体傾斜角データ等に基づいて算出される。目標高さ生成装置２２０からブレードコントローラ２１０への送信の遅れが発生すると、ブレードコントローラ２１０は、例えば１周期前の過去（１０ミリ秒前）の車体傾斜角データに基づく目標高さデータとの偏差が小さくなるようにブレード４０を制御してしまうこととなる。車体１０の傾斜角は刻々と変化する。そのため、過去の車体傾斜角データに基づく目標高さデータに基づいてブレード４０を制御しようとする、ブレード４０は、設計面に十分に追従できなくなる可能性がある。例えば、特定の車速においてオペレータの意図しないブレードの上下動（うねり）が発生してしまう可能性がある。

[0105] 本実施形態においては、目標高さ生成装置２２０の遅れに起因する制御不

良を抑制するために、ブレードコントローラ 210 は、目標高さ生成装置 220 から供給された目標高さデータを補正して、目標高さデータ（補正目標高さデータ）を生成する。

[0106] 図 7 は、補正目標高さの一例を説明するための図である。図 7 に示すように、第 1 時点（現時点） t_1 において、目標高さデータ取得部 216 が目標高さ生成装置 220 から目標高さデータ T_{m1} を取得し、第 1 時点 t_1 よりも前の第 2 時点（過去の時点） t_2 において、目標高さデータ取得部 216 が目標高さ生成装置 220 から目標高さデータ T_{m2} を取得したとする。目標高さ補正部 217 は、第 1 時点 t_1 よりも後の第 3 時点（未来の時点） t_3 の目標高さデータ T_{m3} を推定する。

[0107] 本実施形態において、目標高さ補正部 217 は、(1) 式の演算を実施する。

[0108]
$$T_{m3} = T_{m1} + (T_{m1} - T_{m2}) \times G \quad \dots (1)$$

[0109] (1) 式において、 G はゲインである。本実施形態において、ブレードコントローラ 210 は、目標高さデータ（補正目標高さデータ） T_{m3} を使って、第 1 時点 t_1 において、ブレード 40 を制御するための駆動指令に基づく制御信号を出力する。すなわち、ブレードコントローラ 210 は、第 1 時点 t_1 における目標高さを目標高さデータ T_{m3} に設定して、制御を行う。

[0110] なお、ここでは、現時点（第 1 時点）の目標高さデータと過去の時点（第 2 時点）の目標高さデータとにより、未来の時点（第 3 時点）の目標高さを設定している。ある過去の時点（例えば第 2 時点）の目標高さデータとその過去の時点よりも前の時点の目標高さデータとにより、未来の時点の目標高さを設定してもよい。

[0111] 実高さ演算部 212 で算出された第 1 時点 t_1 の実高さデータ T_{r1} 、及び目標高さ補正部 217 で補正された第 1 時点 t_1 の目標高さデータ T_{m3} が、判定部 213 に送信される。判定部 213 は、第 1 時点 t_1 の目標高さデータ T_{m3} と第 1 時点 t_1 の実高さデータ T_{r1} との第 1 偏差 $\Delta 1$ と、第 2 時点 t_2 の目標高さデータ T_{m2} と第 2 時点 t_2 の実高さデータ T_{r2} と

の第2偏差 $\Delta 2$ とを比較する（ステップSP4）。

[0112] 判定部213は、第1時点 t_1 の目標高さデータ T_{m3} と第1時点 t_1 の実高さデータ T_{r1} との第1偏差 $\Delta 1$ が、第2時点 t_2 の目標高さデータ T_{m2} と第2時点 t_2 の実高さデータ T_{r2} との第2偏差 $\Delta 2$ よりも大きいかなかを判定する（ステップSP5）。

[0113] 第1偏差 $\Delta 1$ が第2偏差 $\Delta 2$ よりも小さいと判定された場合（ステップSP5：No）、推定部214による予測高さの推定が実施される（ステップSP6）。

[0114] 第1偏差 $\Delta 1$ が第2偏差 $\Delta 2$ よりも大きいと判定された場合、又は、第1偏差 $\Delta 1$ と第2偏差 $\Delta 2$ とが等しいと判定された場合、又は、第1偏差 $\Delta 1$ が予め定められている閾値以上であると判定された場合（ステップSP5：Yes）、推定部214による予測高さの推定が実施されず、ブレード制御部219は、第1時点 t_1 の実高さデータ T_{r1} と、第1時点 t_1 の目標高さデータ T_{m1} とに基づいて、第1時点 t_1 において、実高さデータ T_{r1} と目標高さデータ T_{m1} との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する（ステップSP8）。

[0115] 推定部214による刃先4Pの予測高さの推定について、図8を参照しながら説明する。

[0116] 一般に、リフトシリンダ50のような油圧機器においては、油圧システムに起因するむだ時間が発生する。制御信号に対する油圧システムのむだ時間が存在すると、ブレード40の刃先40Pを設計面に追従させることが困難となる可能性がある。応答性を良くするためにゲインを大きくすると、むだ時間があるためオーバーシュートが発生し、ブレード40の刃先40Pを設計面に追従させることが困難となる可能性がある。

[0117] そこで、本実施形態においては、第1時点 t_1 の刃先4Pの実高さデータ T_{r1} を使わずに、第1時点 t_1 よりも後の第3時点 t_3 の刃先4Pの予測高さデータ T_{r3} を推定し、その推定された予測高さデータ T_{r3} を使って、ブレード40を制御するための駆動指令が出力される。

- [0118] 予測高さデータ T_r3 を推定し、その推定された予測高さデータ T_r3 を使って、第1時点 t_1 における制御が行われることにより、油圧システムに起因するむだ時間が発生する状況でも、刃先40Pを目標高さに近付けることができる。
- [0119] 図8に示すように、第1時点 t_1 の刃先40Pの実高さデータ T_r1 が算出される。第1時点 t_1 よりも前の第2時点 t_2 の刃先40Pの実高さデータ T_r2 が算出される。第2時点 t_2 において、ブレード制御部219から駆動指令が出力される。
- [0120] 推定部214は、第2時点 t_2 でブレード制御部219から出力された駆動指令と、第1時点 t_1 の刃先40Pの実高さを示す実高さデータ T_r1 とに基づいて、第1時点 t_1 よりも後の第3時点 t_3 の刃先40Pの予測高さを示す予測高さデータ T_r3 を推定する。
- [0121] 本実施形態において、駆動指令は、リフトシリンダ50の目標シリンダ速度指令を含む。記憶部300には、比例制御弁230に出力される制御信号としての電流と、その電流が比例制御弁230に供給されたときのリフトシリンダ50のシリンダ速度との関係を示すマップが記憶されている。ブレード制御部219は、記憶部300のマップに基づいて、リフトシリンダ50が目標値どおりのシリンダ速度で作動するように、比例制御弁230に制御信号（電流）を出力する。
- [0122] 本実施形態において、第2時点 t_2 の駆動指令は、第2時点 t_2 のリフトシリンダ50の目標シリンダ速度指令を含む。推定部214は、第1時点 t_1 の実高さデータ T_r1 と、第2時点 t_2 の目標シリンダ速度（指令速度） V_r2 と、周期 t_s （本例では10ミリ秒）とに基づいて、予測高さデータ T_r3 を推定する。
- [0123] 本実施形態において、推定部214は、(2)式の演算を実施する。
- [0124] $T_r3 = T_r1 + V_r2 \times t_s \times G \quad \dots (2)$
- [0125] (2)式において、 V_r2 は、第2時点 t_2 における目標シリンダ速度（指令速度）である。 t_s は、周期である。 G はゲインである。本実施形態に

において、ブレードコントローラ210は、予測高さデータ T_r3 を使って、第1時点 t_1 において、ブレード40を制御するための駆動指令に基づく制御信号を出力する。

[0126] なお、(2)式は、第1時点 t_1 の1周期前(1×10 ミリ秒前)の第2時点 t_2 の指令速度 V_{r2} を使っている。第1時点 t_1 の1周期前の第2時点 t_2 の指令速度 V_{r2} のみならず、2周期前(2×10 ミリ秒前)の時点 t_{22} の指令速度 V_{r22} 、3周期前(3×10 ミリ秒前)の時点 t_{23} の指令速度 V_{r23} 、…、 n 周期前($n \times 10$ ミリ秒前)の時点 t_{2n} の指令速度 V_{r2n} を使用してもよい。すなわち、推定部214は、(3)式の演算を実施してもよい。

[0127]
$$T_r3 = T_r1 + (V_{r2} + V_{r22} + \dots + V_{r2n}) \times t_s \times G \quad \dots (3)$$

[0128] このように、予測高さデータ T_r3 が推定され、その予測高さデータ T_r3 に基づいて、第1時点 t_1 において駆動指令が出力されることによって、応答性を高くするためにゲイン G が高くても、オーバーシュートの発生が抑制される。

[0129] (2)式及び(3)式において、ゲイン G は、任意に定めることができる。本実施形態において、ゲイン G は、ブレード負荷データに基づいて調整される。ブレードコントローラ210は、ブレード40にかかる負荷を示すブレード負荷データを取得するブレード負荷データ取得部218を備えている。推定部214は、ブレード負荷データに基づいて、予測高さデータ T_r3 を算出するためのゲイン G を調整してもよい。例えば、ブレード負荷データが大きい場合、推定部214は、ゲイン G を小さくする。ブレード負荷が高い場合、予測高さデータ T_r3 が真の値(第1時点 t_1 における真の刃先40Pの高さ)から大きくずれてしまう可能性がある。ブレード負荷が大きいとき、ゲイン G を小さくすることによって、予測高さデータ T_r3 が真の値から大きくずれることが抑制される。

[0130] 予測高さデータ T_r3 が推定された後、ブレード制御部219は、予測高

さデータ T_{r3} と、目標高さデータ T_{m3} とに基づいて、第1時点 t_1 において、予測高さデータ T_{m3} と目標高さデータ T_{r3} との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する（ステップSP7）。これにより、設計面に対するブレード40の追従性の低下が抑制される。

[0131] 本実施形態において、ブレード制御部219は、スライディングモード制御により、予測高さデータ T_{m3} と目標高さデータ T_{r3} との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。これにより、ブレード40の高い応答性が実現される。なお、ブレード制御部219は、PID制御により、予測高さデータ T_{m3} と目標高さデータ T_{r3} との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力してもよい。

[0132] なお、ここでは、現時点（第1時点）の実高さデータと過去の時点（第2時点）の駆動指令とにより、未来の時点（第3時点）の予測高さを推定している。ある過去の時点（例えば第2時点）の実高さデータとその過去の時点よりも前の時点の駆動指令とにより、未来の時点の予測高さを推定してもよい。すなわち、第1時点 t_1 よりも前の第2時点 t_2 でブレード制御部219から出力された駆動指令と、第1時点 t_1 又は第1時点 t_1 よりも前の時点（例えば時点 t_2 、時点 t_{22} 、…、時点 t_{2n} ）の刃先40Pの実高さを示す実高さデータとに基づいて、第1時点 t_1 よりも後の第3時点 t_3 の刃先40Pの予測高さが推定されてもよい。

[0133] 本実施形態においては、ステップSP5において、第1偏差 Δ_1 が第2偏差 Δ_2 よりも大きいと判定された場合、又は、第1偏差 Δ_1 と第2偏差 Δ_2 とが等しいと判定された場合、又は、第1偏差 Δ_1 が予め定められている閾値以上であると判定された場合（ステップSP5：Yes）、推定部214による予測高さの推定が実施されず、ブレード制御部219は、第1時点 t_1 の実高さデータ T_{r1} と、第1時点 t_1 の目標高さデータ T_{m1} とに基づいて、第1時点 t_1 において、実高さデータ T_{r1} と目標高さデータ T_{m1} との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する（ステップSP8）。

[0134] すなわち、本実施形態においては、刃先4Pの実高さが目標高さから徐々

に離れるように動いている場合、又は、実高さと目標高さとが予め定められている閾値よりも大きく離れている場合、予測高さデータ T_r3 を用いずに、第1時点 t_1 の実高さデータ T_r1 を用いて、駆動指令を出力する。

[0135] 例えば、(2)式及び(3)式において、ゲイン G をゼロにする処理を実行することによって、予測高さデータ T_r3 が実高さデータ T_r1 に置き換えられてもよい。

[0136] 予測高さデータ T_r3 を用いることにより、オーバーシュートの発生が抑制される。一方、予測高さデータ T_r3 を使用する場合、駆動指令の出力が抑制される傾向となる。実高さが目標高さから徐々に離れるように動いている場合、又は、実高さと目標高さの差が予め定められている閾値よりも大きい場合、実高さが目標高さに迅速に近付くことが困難となる可能性がある。

[0137] そこで、本実施形態においては、第1偏差 Δ_1 が第2偏差 Δ_2 よりも大きいと判定された場合、又は、第1偏差 Δ_1 と第2偏差 Δ_2 とが等しいと判定された場合、又は、第1偏差 Δ_1 が予め定められている閾値以上であると判定された場合、ブレード制御部 219 は、第1時点 t_1 の実高さデータ T_r1 と、第1時点 t_1 の目標高さデータ T_m1 とに基づいて、第1時点 t_1 において、実高さデータ T_r1 と目標高さデータ T_m1 との偏差が小さくなるように、駆動指令を出力する。これにより、実高さが目標高さに迅速に近付くことができる。

[0138] 図9は、目標高さ補正部 217 により目標高さが補正された場合の効果を示す図である。図9に示すように、補正後の目標高さは、補正前の目標高さに比べて、理想の目標高さに近付くことができる。なお、理想の目標高さとは、車体 10 の実際の挙動を検出し、その実際の車体 10 の挙動に応じて導出された目標高さである。目標高さの補正により補正前の目標高さから理想の目標高さに近い挙動を取得することができる。これによりブレード駆動指令から実際にブレードが駆動するまでの遅れ時間が小さくなる。これにより目標高さに対してブレードが上下する（うねる）等の不具合を解消することができる。

[0139] 図10は、予測高さを使用せずに実高さを使用してブレード40を制御したときの刃先40Pの高さの例、及び予測高さを使用してブレード40を制御したときの刃先40Pの高さの例を示す。図10は、ブレード40を使ってブルドーザ100が整地中、換言すれば、ブレード40に所定の負荷が作用した状態でブルドーザ100の走行装置20が走行中、目標高さがステップ的に変動したときの、実高さを使用してブレード40を制御したときの刃先40Pの高さ、及び予測高さを使用してブレード40を制御したときの刃先40Pの高さを示す。

[0140] ブルドーザ100の走行装置20が走行中にブレード40が設計面の段差を跨いだ場合、図10に示すように、目標高さ生成装置220によって算出される目標高さは、ステップ的に変動する。

[0141] 比較例である実高さを使用したブレード40の制御では、図10に示すように、ブレード40のオーバーシュートが発生する。ブレード40の負荷及び走行装置20の車速の変動が起きやすい整地作業では、オーバーシュートが発生すると、安定したブレード40の制御が実施できなくなる可能性がある。その結果、ブルドーザ100は、所望の形状に整地できない可能性がある。

[0142] 本実施形態に係る予測高さを使用したブレード40の制御では、図10に示すように、ブレード40のオーバーシュートが抑制される。ブレード40は、オーバーシュートを起こさずに、目標高さに収束することができる。これにより、ブルドーザ100は、所望の形状に整地することができる。

[0143] (効果)

以上説明したように、本実施形態によれば、第1時点 t_1 よりも前の第2時点 t_2 でブレード制御部219から出力された駆動指令と、第1時点 t_1 の刃先40Pの実高さを示す実高さデータ T_{r1} とに基づいて、第1時点 t_1 よりも後の第3時点 t_3 の刃先40Pの予測高さを示す予測高さデータ T_{r3} を推定し、予測高さデータ T_{r3} と目標高さデータ T_{m1} とに基づいて、駆動指令を出力するようにしたので、油圧システムのむだ時間が存在して

も、ゲインを大きくしてブレード40の応答性を向上しつつ、オーバーシュートの発生を抑制することができる。

[0144] 例えば、制御信号に対する油圧システムのむだ時間が存在する場合、ブレード40の刃先40Pを設計面に追従させることが困難となる可能性がある。応答性をよくするためにゲインを大きくすると、むだ時間があるためオーバーシュートが発生し、ブレードの刃先を設計面に追従させることが困難となる可能性がある。

[0145] 本実施形態においては、ゲインを大きくしてもオーバーシュートの発生が抑制される。そのため、高い応答性で、ブレード40の刃先を設計面に精度良く追従させることができる。したがって、ブルドーザ100は、所望の形状に整地することができる。

[0146] 本実施形態において、ブレード制御部219は、現代制御理論であるスライディングモード制御でブレード40を制御する。スライディングモード制御は、PID制御に比べて、高い応答性が得られる可能性が高い。油圧システムのむだ時間に起因して、スライディングモード制御を採用し、応答性を高めた制御系においては、負荷、走行条件によってオーバーシュートが発生する可能性がある。本実施形態によれば、予測高さデータTr3を使ってブレード40を制御することにより、オーバーシュート等を抑制し制御性を向上することができる。

[0147] また、本実施形態においては、所定の周期 t_s で、目標高さ演算部223が目標高さを算出し、実高さ演算部212が実高さを算出する。第1時点 t_1 、第2時点 t_2 、及び第3時点 t_3 は、周期 t_s に基づいて定められる。これにより、ブレード40を使って所望の形状に整地することができる。

[0148] また、本実施形態においては、ブレード負荷データに基づいて、予測高さデータTr3を算出するためのゲインGが調整される。これにより、ブレード負荷の変化に起因する予測高さデータTr3が真の値から大きくずれることが抑制され、予測高さデータTr3の正確性の低下が抑制される。

[0149] また、本実施形態によれば、第1偏差 $\Delta 1$ が第2偏差 $\Delta 2$ よりも大きいと

判定された場合、又は、第1偏差 $\Delta 1$ と第2偏差 $\Delta 2$ とが等しいと判定された場合、又は、第1偏差 $\Delta 1$ が予め定められている閾値以上であると判定された場合、予測高さデータ $T_r 3$ を用いずに、第1時点 $t 1$ の実高さデータ $T_r 1$ を用いて、駆動指令が出力される。これにより、実高さが目標高さから離れている場合、実高さを目標高さに迅速に近付くことができる。

[0150] また、本実施形態によれば、第1時点 $t 1$ の目標高さデータ $T_m 1$ と、第2時点 $t 2$ の目標高さデータ $T_m 2$ とに基づいて、第3時点 $t 3$ の目標高さデータ $T_m 3$ を推定し、その目標高さデータ $T_m 3$ と予測高さデータ $T_r 3$ とが近付くように、ブレード40が制御される。そのため、目標高さ生成装置220の処理（演算及び出力を含む）が遅れる場合においても、その遅れが相殺されるように、ブレード40が制御される。したがって、実高さ予測に基づくブレード制御を行う様な場合にも適用可能となりブルドーザ100は、所望の形状に整地することができる。

[0151] なお、上述の実施形態においては、作業車両100がブルドーザ100である例について説明した。作業車両100は、ブレード機構を有するモータグレーダでもよい。

符号の説明

- [0152] 10 車体
11 運転室
12 エンジン室
20 走行装置
21 クローラ
30 リフトフレーム
31 球関節部
32 ピッチ支持リンク
33 支柱部
40 ブレード
40P 刃先

- 4 1 自在継手
- 4 2 ピッチング継手
- 5 0 リフトシリンダ
- 5 0 S リフトシリンダセンサ
- 6 0 アングルシリンダ
- 7 0 チルトシリンダ
- 8 0 G P S レシーバ
- 9 0 I M U
- 9 5 スプロケット
- 1 0 0 ブルドーザ（作業車両）
- 2 0 0 ブレード制御装置
- 2 1 0 ブレードコントローラ
- 2 1 1 車両データ取得部
- 2 1 2 実高さ演算部
- 2 1 3 判定部
- 2 1 4 推定部
- 2 1 5 フィルタ部
- 2 1 6 目標高さデータ取得部
- 2 1 7 目標高さ補正部
- 2 1 8 ブレード負荷データ取得部
- 2 1 9 ブレード制御部
- 2 2 0 目標高さ生成装置
- 2 2 1 設計面データ格納部
- 2 2 2 データ取得部
- 2 2 3 目標高さ演算部
- 2 3 0 比例制御弁
- 2 4 0 油圧ポンプ
- 2 4 1 油圧モータ

245 油圧ポンプ

250 油圧センサ

260 インพุット装置

300 記憶部

L リフトシリンダ長（リフトシリンダのストローク長さ）

θ リフト角

請求の範囲

- [請求項1] 作業車両の車体に上下方向に移動可能に支持されるブレードの刃先の高さを制御するブレード制御装置であって、
- 前記ブレードを上下方向に移動可能な油圧シリンダを駆動する駆動指令を出力するブレード制御部と、
- 前記車体の絶対位置を示す絶対位置データと、前記車体の傾斜角を示す車体傾斜角データと、掘削対象の目標形状の3次元の設計地形である設計面を示す設計面データとに基づいて、前記刃先の目標高さを算出する目標高さ生成装置と、
- 前記目標高さ生成装置で算出された第1時点の目標高さを示す目標高さデータを取得する目標高さデータ取得部と、
- 前記第1時点の前記絶対位置データと、前記車体傾斜角データと、前記油圧シリンダのストローク長さを示すシリンダ長データとに基づいて、前記第1時点の前記刃先の実高さを算出する実高さ演算部と、
- 前記第1時点よりも前の第2時点で前記ブレード制御部から出力された前記駆動指令と、前記第1時点又は前記第1時点よりも前の時点の前記刃先の実高さを示す実高さデータとに基づいて、前記第1時点よりも後の第3時点の前記刃先の予測高さを推定する推定部と、
- を備え、
- 前記ブレード制御部は、前記第3時点の前記予測高さと、前記第1時点の前記目標高さとに基づいて、前記第1時点において、前記予測高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるように、第1駆動指令を出力する、
- ブレード制御装置。
- [請求項2] 前記実高さ演算部は、所定の周期で前記実高さを算出し、
- 前記第2時点は、前記第1時点よりも1周期前の時点を含み、
- 前記第3時点は、前記第1時点よりも1周期後の時点を含む、
- 請求項1に記載のブレード制御装置。

- [請求項3] 前記第2時点の前記駆動指令は、前記油圧シリンダの目標シリンダ速度指令を含み、
- 前記推定部は、前記第1時点又は前記第1時点よりも前の時点の実高さと、前記第2時点の駆動指令と、前記周期とに基づいて、前記予測高さを推定する、
- 請求項2に記載のブレード制御装置。
- [請求項4] 前記ブレードにかかる負荷を示すブレード負荷データを取得するブレード負荷データ取得部を備え、
- 前記推定部は、前記ブレード負荷データに基づいて、前記予測高さを算出するためのゲインを調整する、
- 請求項3に記載のブレード制御装置。
- [請求項5] 前記第1時点の前記目標高さと前記実高さとの第1偏差が、前記第2時点の前記目標高さと前記実高さとの第2偏差よりも大きいかなかを判定する判定部を備え、
- 前記ブレード制御部は、
- 前記第1偏差が前記第2偏差よりも小さいと判定されたとき、前記第1駆動指令を出力し、
- 前記第1偏差が前記第2偏差よりも大きいと判定されたとき、前記第1時点の実高さと、前記第1時点の目標高さとに基づいて、前記第1時点において、前記実高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるように、第2駆動指令を出力する、
- 請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のブレード制御装置。
- [請求項6] 前記第1時点で前記目標高さデータ取得部が前記目標高さ生成装置から取得した前記目標高さと、前記第2時点で前記目標高さデータ取得部が前記目標高さ生成装置から取得した前記目標高さとに基づいて、前記第3時点の前記目標高さを推定する目標高さ補正部を備え、
- 前記ブレード制御部は、前記第3時点の前記予測高さと、前記目標高さ補正部で推定された前記第3時点の前記目標高さとに基づいて、

前記第1時点において、前記予測高さと前記目標高さとの偏差が小さくなるように、第1駆動指令を出力する、

請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のブレード制御装置。

[請求項7]

車体と、

前記車体に上下方向に移動可能に支持される刃先を有するブレードと、

請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のブレード制御装置と、

を備える作業車両。

[請求項8]

作業車両の車体に上下方向に移動可能に支持されるブレードの刃先の高さを制御するブレード制御方法であって、

前記ブレードを上下方向に移動可能な油圧シリンダを駆動する駆動指令を出力することと、

前記車体の絶対位置を示す絶対位置データと、前記車体の傾斜角を示す車体傾斜角データと、掘削対象の目標形状の3次元の設計地形である設計面を示す設計面データとに基づいて、前記刃先の目標高さを算出することと、

第1時点の前記目標高さを示す目標高さデータを取得することと、

前記第1時点の前記絶対位置データと、前記車体傾斜角データと、前記油圧シリンダのストローク長さを示すシリンダ長データとに基づいて、前記第1時点の前記刃先の実高さを算出することと、

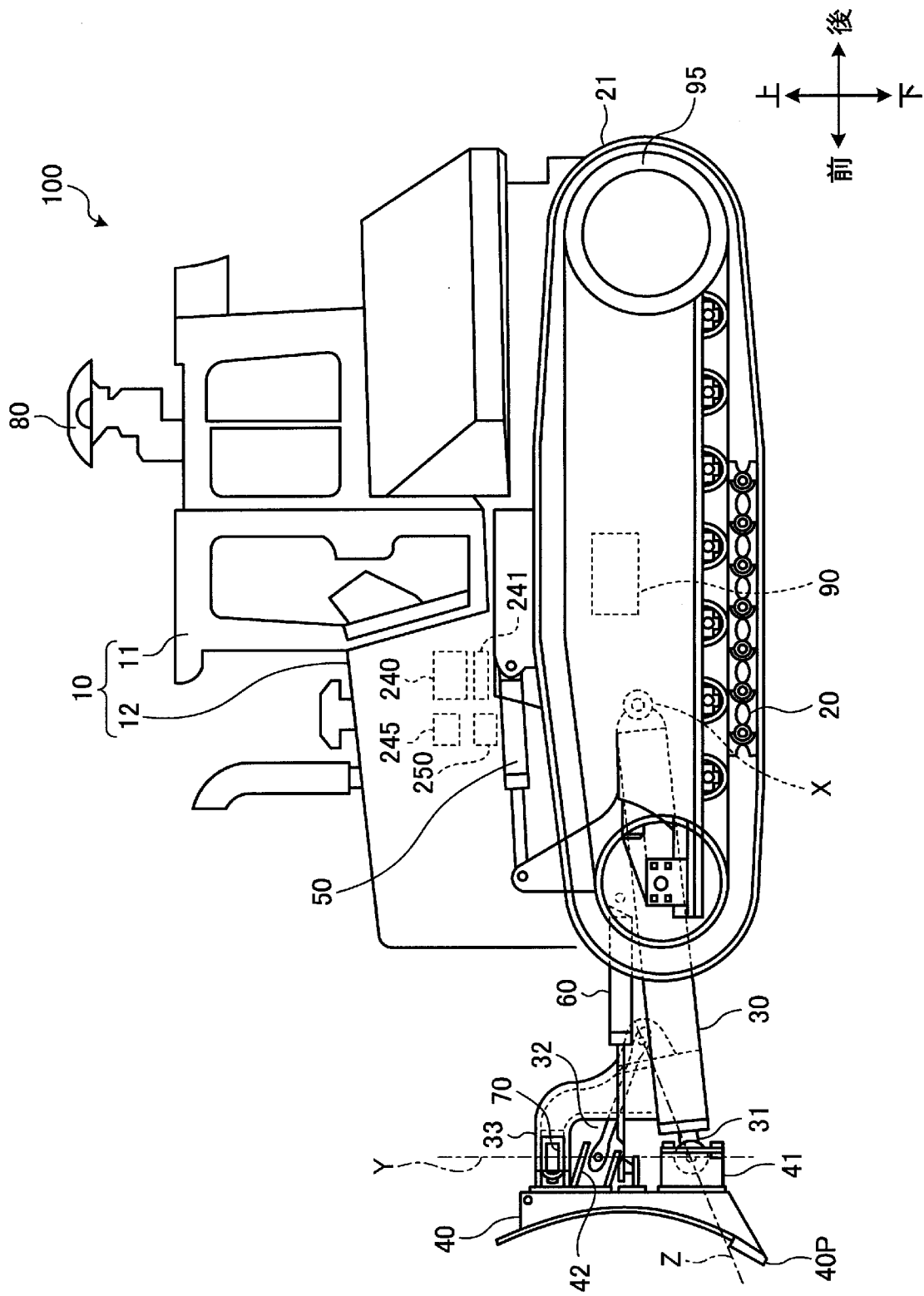
前記第1時点よりも前の第2時点で出力された前記駆動指令と、前記第1時点又は前記第1時点よりも前の時点の前記刃先の実高さを示す実高さデータとに基づいて、前記第1時点よりも後の第3時点の前記刃先の予測高さを推定することと、

を含み、

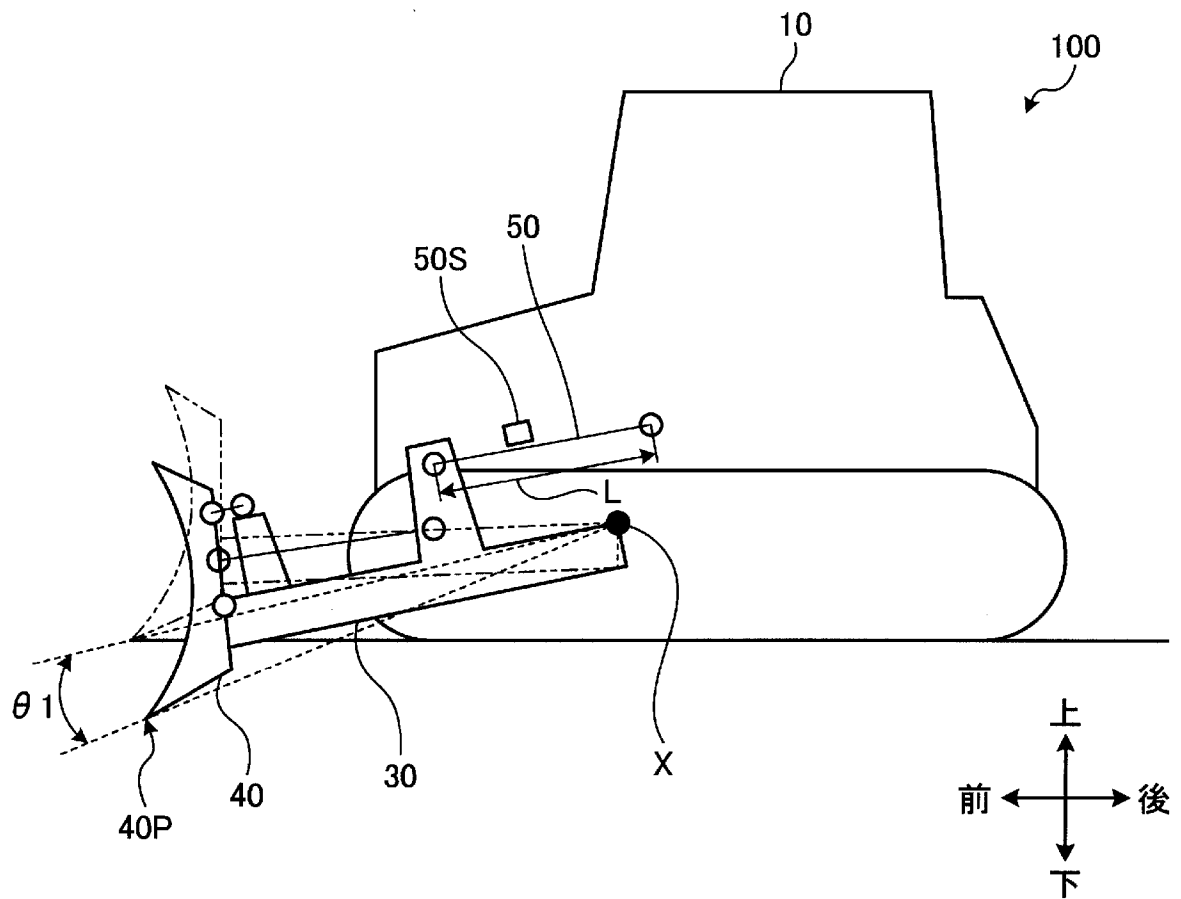
前記第1時点において、前記第3時点の前記予測高さと、前記第1時点の前記目標高さとに基づいて、前記予測高さと前記目標高さとの

偏差が小さくなるように、第 1 駆動指令が出力される、
ブレード制御方法。

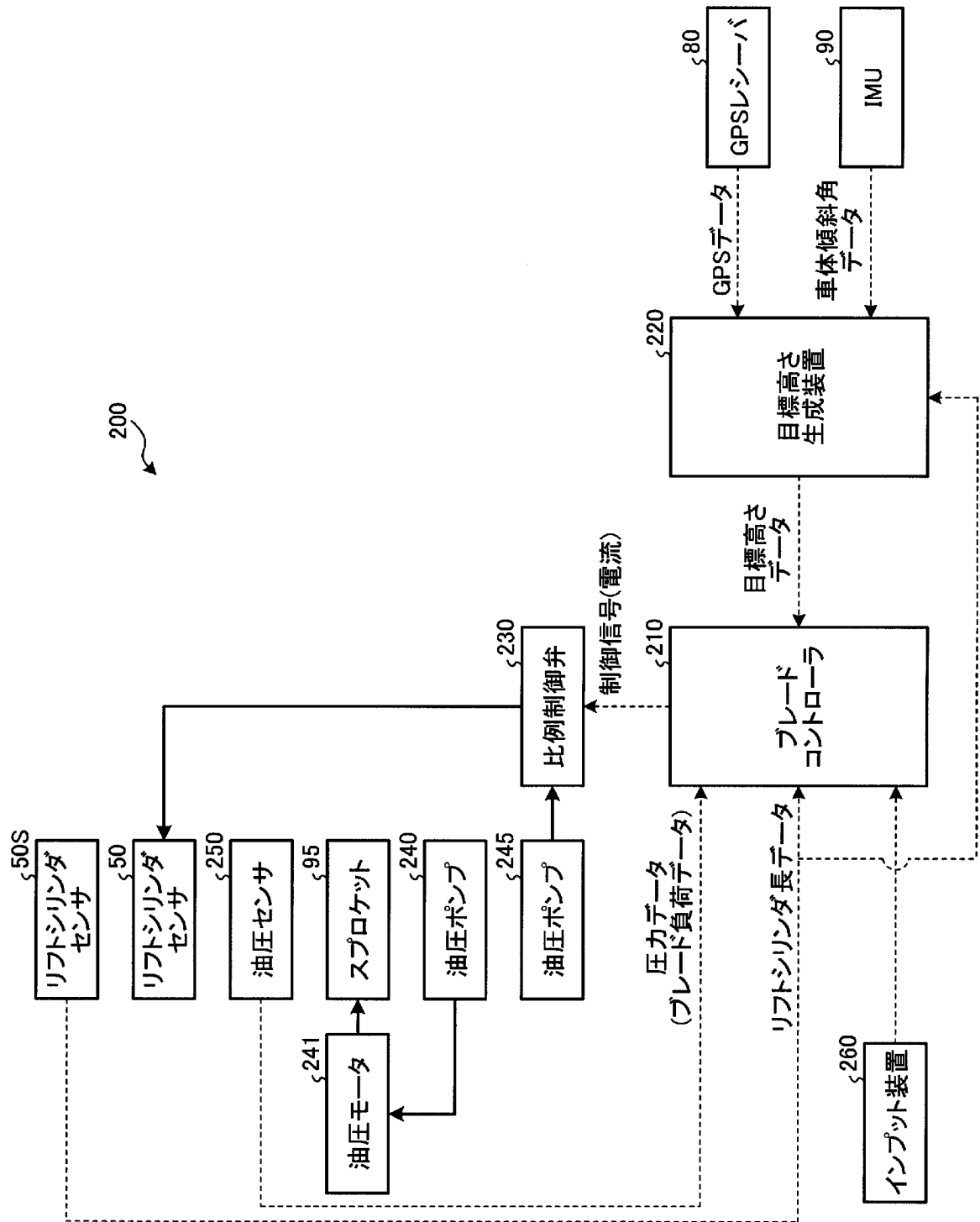
[図1]



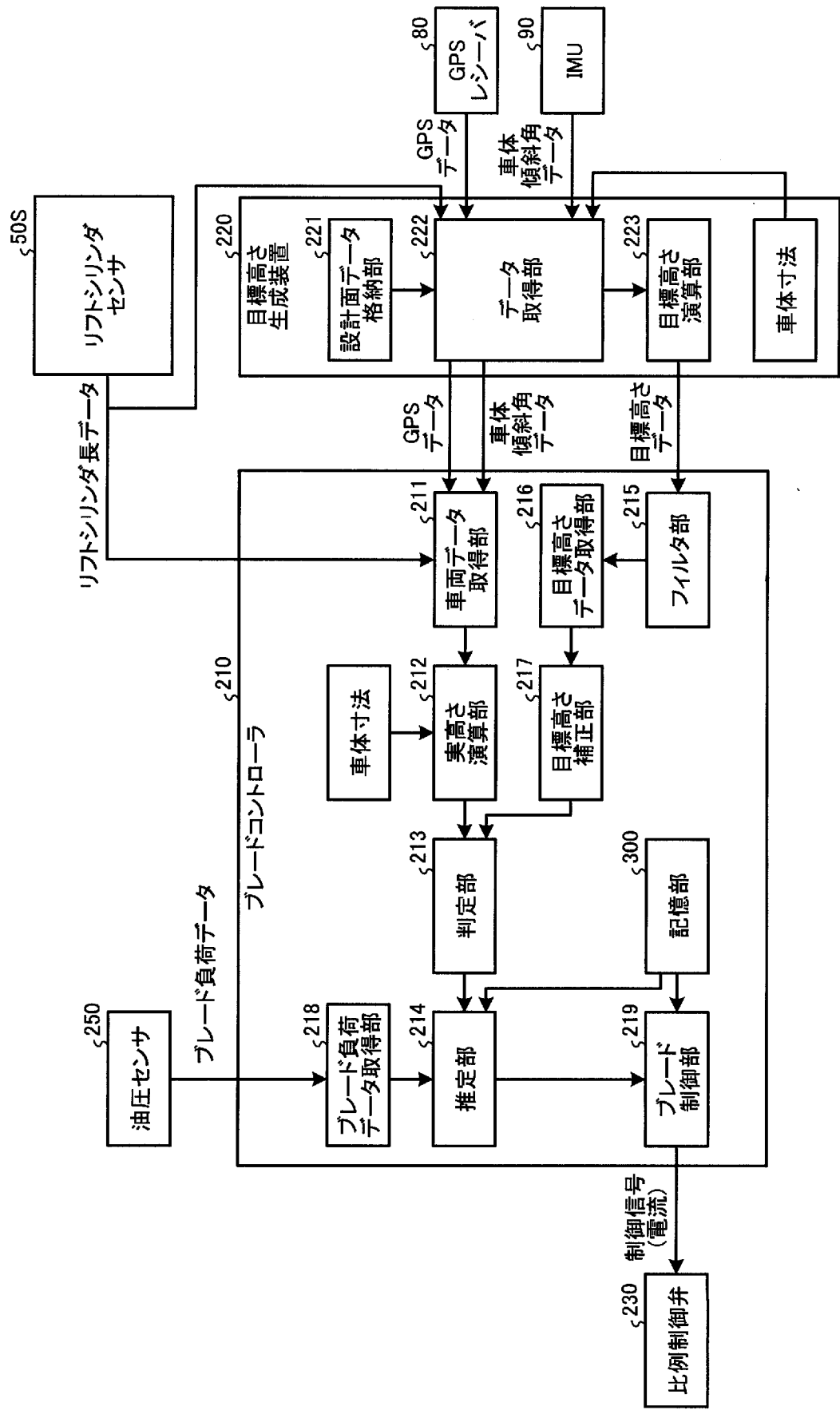
[図2]



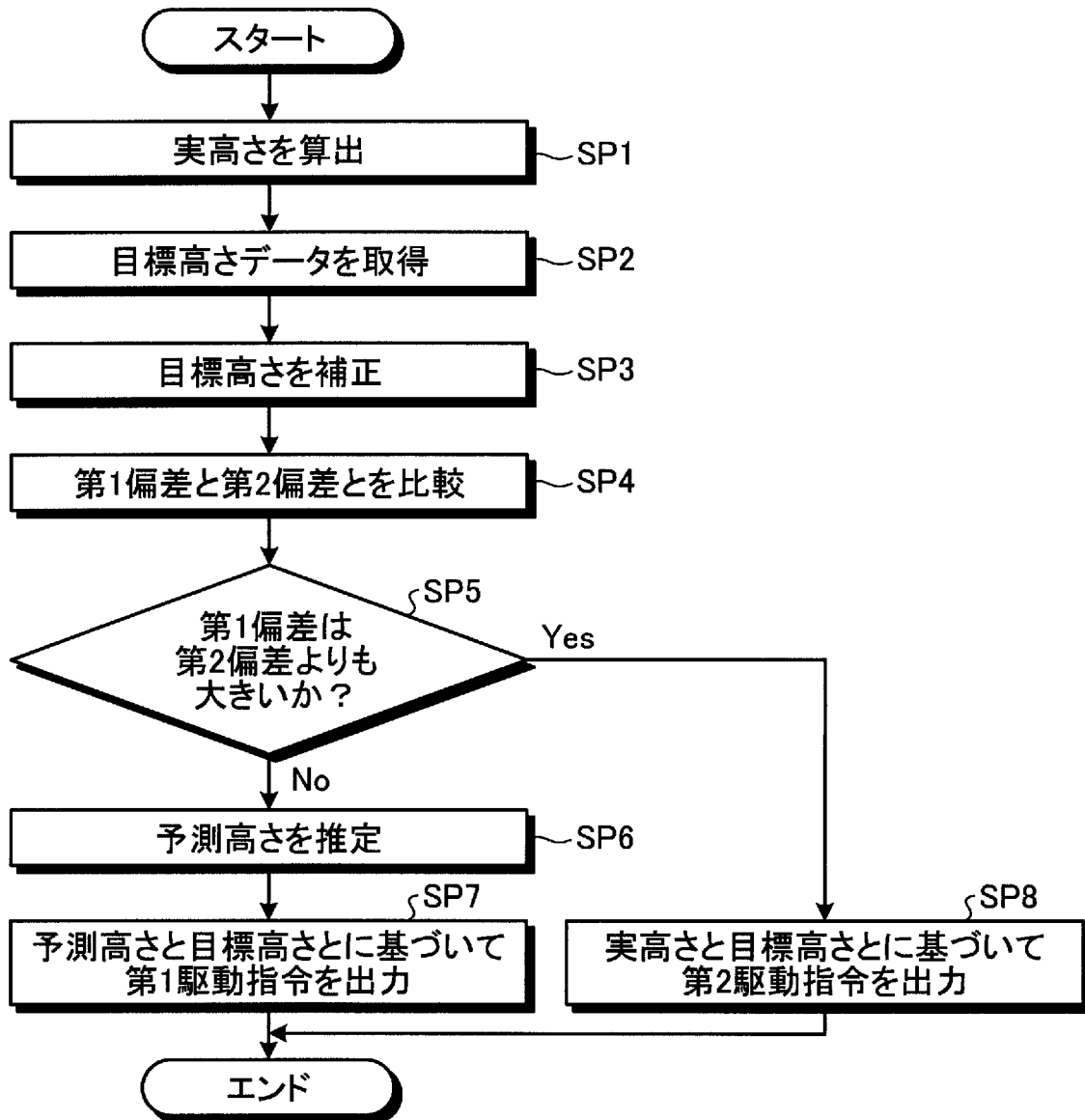
[図3]



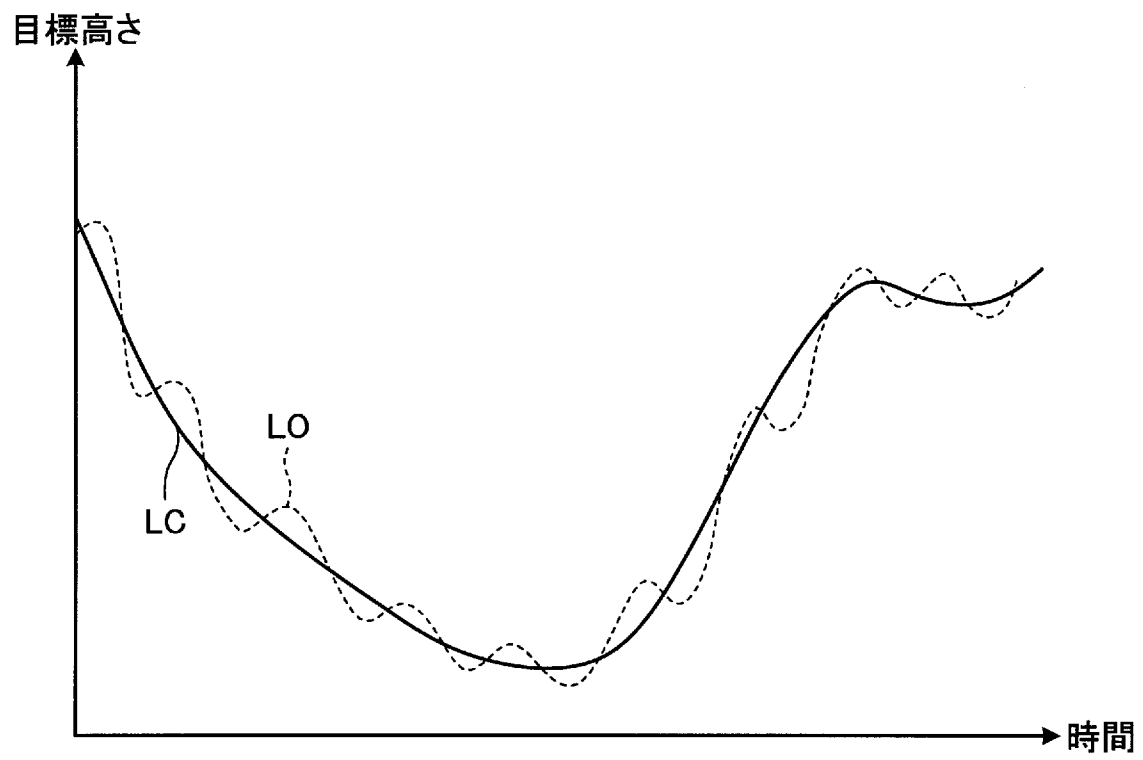
[図4]



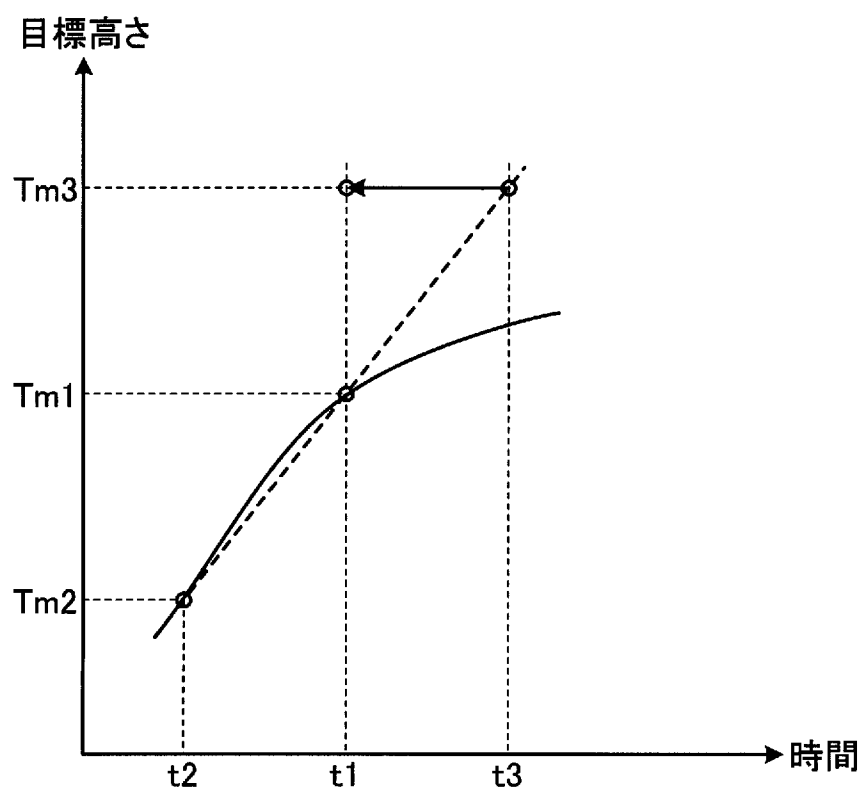
[図5]



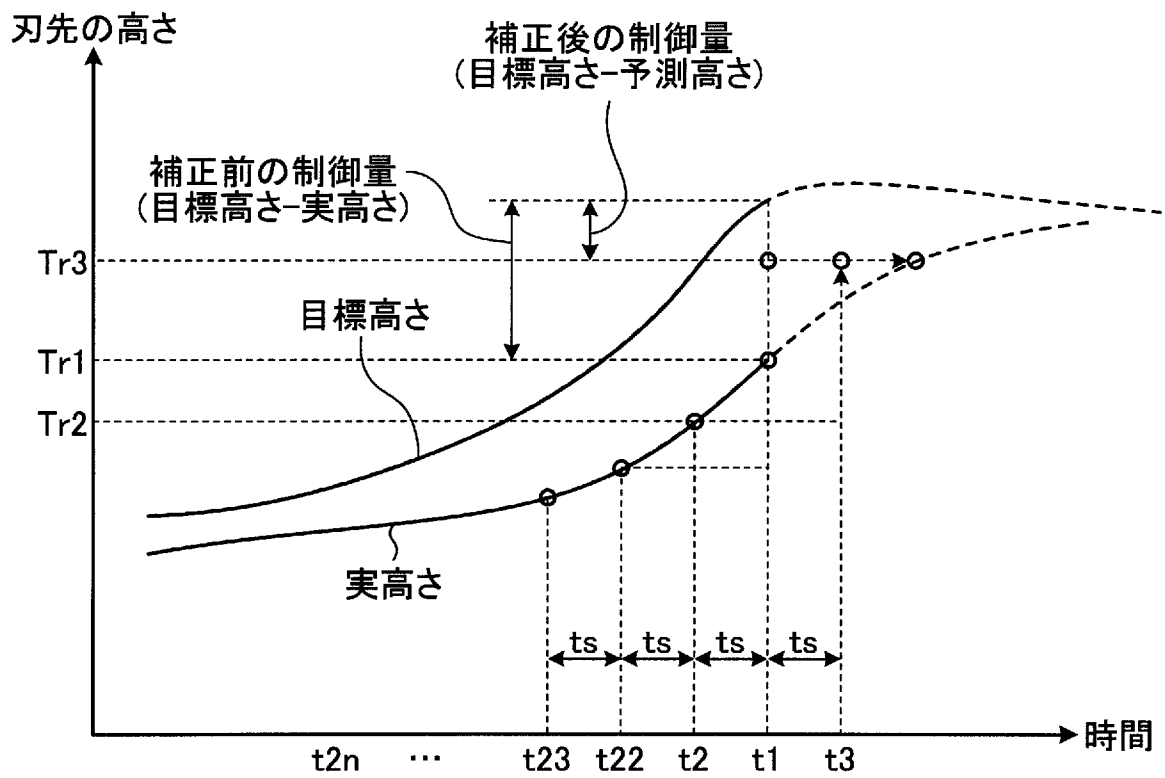
[図6]



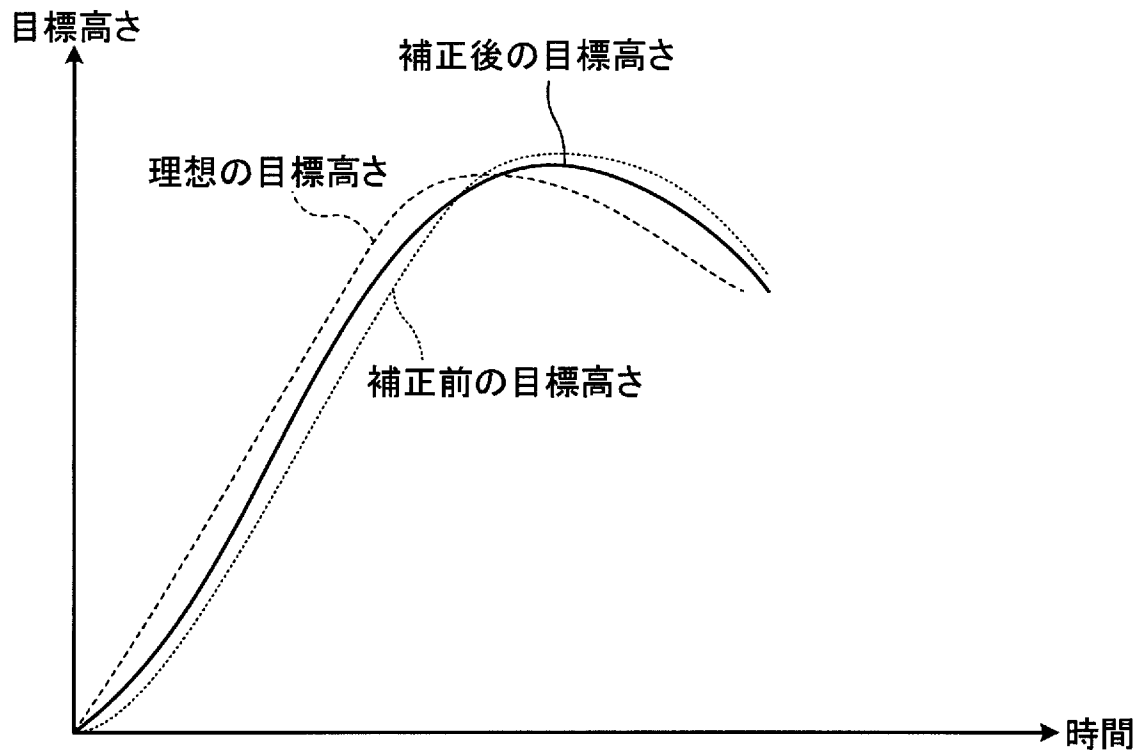
[図7]



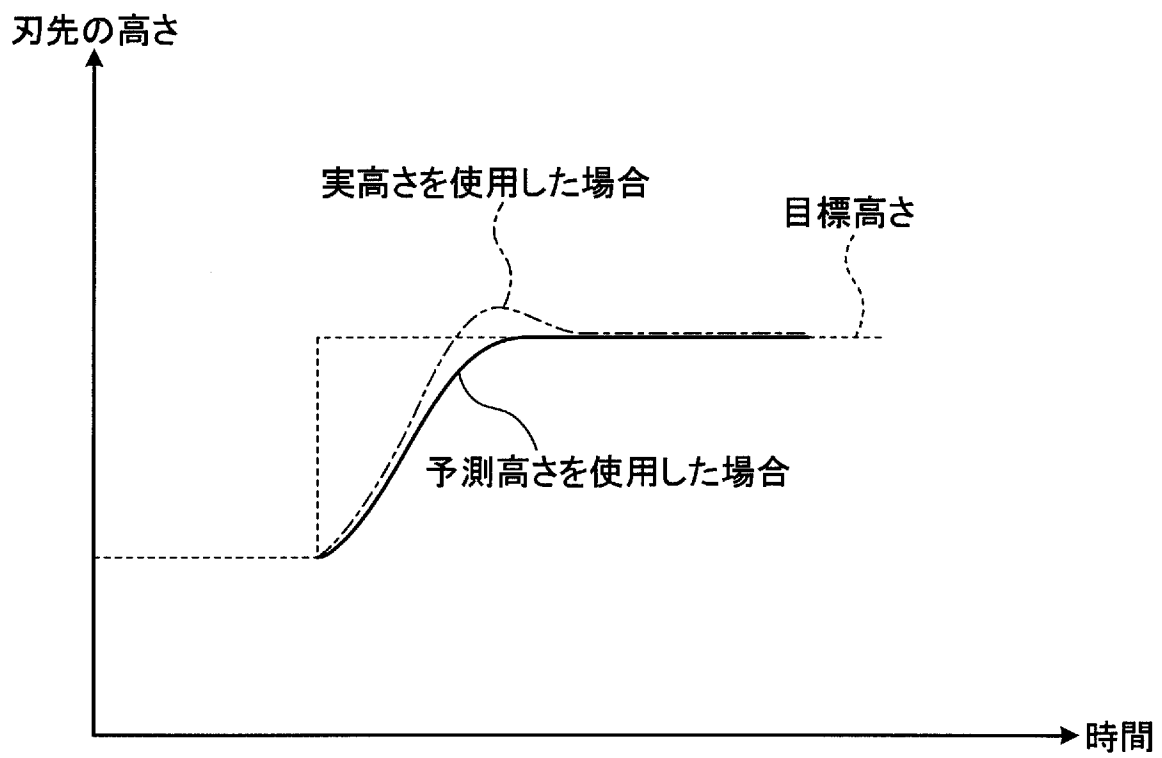
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F3/84(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)

E02F3/84

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 2014-173321 A (Komatsu Ltd.), 22 September 2014 (22.09.2014), paragraphs [0023] to [0058] & JP 5391345 B & US 2014/0257646 A & WO 2014/136278 A & CN 103874804 A	1-3, 7-8 4-6
Y A	JP 2010-539478 A (Topcon Positioning Systems, Inc.), 16 December 2010 (16.12.2010), paragraphs [0006] to [0044]; fig. 2(a) to 5(b) & JP 5466159 B & US 2009/0069987 A1 & US 2012/0130602 A1 & EP 2191291 A & EP 2605033 A1 & WO 2009/035603 A2 & CA 2692838 A	1-3, 7-8 4-6

☒ 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
27 January 2015 (27.01.15)

Date of mailing of the international search report
03 February 2015 (03.02.15)

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

International application No.

PCT/JP2014/078977

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-084683 A (Komatsu Ltd.), 12 May 2014 (12.05.2014), paragraph [0042] & JP 5285805 B & WO 2014/064850 A & CN 103906877 A	4-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E02F3/84(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（I P C））

Int.Cl. E02F3/84

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y A	JP 2014-173321 A（株式会社小松製作所）2014.09.22, 段落【0023】－【0058】 & JP 5391345 B & US 2014/0257646 A & WO 2014/136278 A & CN 103874804 A	1-3, 7-8 4-6
Y A	JP 2010-539478 A（トプコン ポジショニング システムズ, インク.）2010.12.16, 段落【0006】－【0044】、【図2】（a）－【図5】（b） & JP 5466159 B & US 2009/0069987 A1 & US 2012/0130602 A1 & EP 2191291 A & EP 2605033 A1 & WO 2009/035603 A2 & CA 2692838 A	1-3, 7-8 4-6

☒ 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

2 7 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

富山 博喜

2 D

5 0 6 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-084683 A (株式会社小松製作所) 2014.05.12, 段落【0042】 & JP 5285805 B & WO 2014/064850 A & CN 103906877 A	4-6