

(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/114869 A1

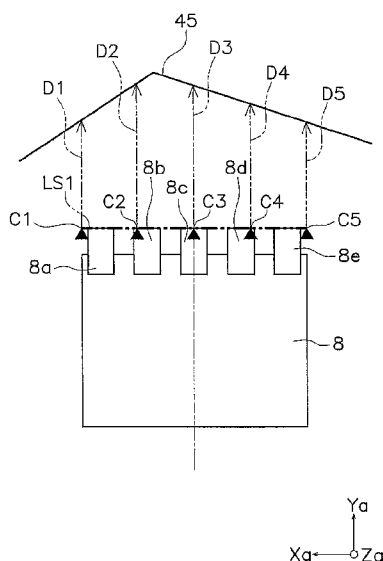
- (51) 国際特許分類:
E02F 9/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052829 (74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町1丁目4番19号 サウスホレストビル Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 8 日(08.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (30) 優先権データ:
特願 2011-036197 2011 年 2 月 22 日(22.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野村 安量 (NOMURA, Azumi) [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所開発本部 ICT 開発センタ内 Kanagawa (JP). 栗原 隆 (KURIHARA, Takashi) [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所 開発本部 ICT 開発センタ内 Kanagawa (JP). 藤田 悦夫 (FUJITA, Etsuo) [JP/JP]; 〒5731011 大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小松製作所 大阪工場内 Osaka (JP). 安東 正生 (ANDO, Masao) [JP/JP]; 〒9230392 石川県小松
- (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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DISPLAY SYSTEM OF HYDRAULIC SHOVEL, AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 油圧ショベルの表示システム及びその制御方法

[図9]



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a display system of a hydraulic shovel and a control method therefor, the display system enabling excavation work to be performed accurately. A display system of a hydraulic shovel comprises a calculation unit and a display unit. On the basis of the position of the edge of a bucket (8) and positional information relating to a design surface (45), the calculation unit calculates the distance between a position closest to the design surface (45) among positions (C1-C5) in the width direction of the edge and the design surface (45). The display unit displays a guide screen. The guide screen includes an image indicating the positional relationship between the design surface (45) and the edge of the bucket (8), and information indicating the distance between the closest position and the design surface (45).

(57) 要約: 本発明の課題は、掘削作業を精度よく行うことを可能とする油圧ショベルの表示システム及びその制御方法を提供することにある。油圧ショベルの表示システムは演算部と表示部とを有する。演算部は、バケット(8)の刃先の位置と設計面(45)の位置情報とに基づいて、刃先の幅方向における位置(C1-C5)の中で設計面(45)への最近接位置と設計面(45)との間の距離を算出する。表示部は案内画面を表示する。案内画面は、設計面(45)とバケット(8)の刃先との位置関係を示す画像と、最近接位置と設計面(45)との間の距離を示す情報とを含む。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：油圧ショベルの表示システム及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、油圧ショベルの表示システム及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、油圧ショベルは、オペレータが操作レバーを操作することで、バケットを含む作業機が駆動される。このとき、所定深さの溝又は所定勾配の法面を掘削する場合には、オペレータが作業機の動作を目視するだけで目標とする形状どおりに正確に掘削されているか否かを判断することは困難である。そこで、特許文献1に開示されている油圧ショベルの表示システムでは、目標掘削面とバケットの刃先との相互の位置関係をモニタ上に画像で表示している。また、目標掘削面とバケットの刃先との間の距離を示す数値が、モニタ上に表示される。これにより、オペレータが所定の目標掘削面を適正に掘削できるようにされている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-68433号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、バケットの刃先は幅方向に所定の大きさを有するものであるため、バケットの刃先が目標掘削面に対して平行ではない場合には、バケットの刃先と目標掘削面との間の距離は、バケットの刃先の幅方向における全ての位置で同じというわけではない。例えば、バケットの刃先の幅方向における中心部と目標掘削面との間の距離を基準距離とした場合、バケットの刃先の幅方向における端部と目標掘削面との間の距離が、基準距離よりも短くなることがある。逆に、バケットの刃先の幅方向における端部と目標掘削面との間の距離が、基準距離よりも長くなることもありうる。前者の場合、オペレ

ータがモニタ上に表示された基準距離を参考にして掘削作業を行うと、目標掘削面以上に地面を掘削し過ぎる恐れがある。また、後者の場合には、オペレータがモニタ上に表示された基準距離を参考にして掘削作業を行うと、目標掘削面に到達することが困難になる。従って、上記のような従来の表示システムでは、モニタ上に表示されるバケットの刃先と目標掘削面との間の距離を参照しても、掘削作業を精度よく行うことは困難である。

[0005] 本発明の課題は、掘削作業を精度よく行うことを可能とする油圧ショベルの表示システム及びそ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

[0006] 本発明の第1の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、バケットを含む作業機と、作業機が取り付けられる本体部とを有する油圧ショベルの表示システムである。この表示システムは、位置検出部と、記憶部と、演算部と、表示部とを備える。位置検出部は、油圧ショベルの現在位置に関する情報を検出する。記憶部は、作業対象の目標形状を示す設計面の位置情報を記憶する。演算部は、油圧ショベルの現在位置に関する情報に基づいてバケットの刃先の位置を算出する。演算部は、バケットの刃先の位置と設計面の位置情報とに基づいて、刃先の幅方向における位置の中で設計面への最近接位置と設計面との間の距離を算出する。表示部は案内画面を表示する。案内画面は、設計面とバケットの刃先との位置関係を示す画像と、最近接位置と設計面との間の距離を示す情報とを含む。

[0007] 本発明の第2の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第1の態様の油圧ショベルの表示システムであって、設計面とバケットの刃先との位置関係を示す画像は、バケットの正面図を含む。そして、最近接位置がバケットの正面図に表示される。

[0008] 本発明の第3の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第1の態様の油圧ショベルの表示システムであって、設計面の一部が目標面として選択される。そして、刃先の幅方向における位置の中で目標面への最近接位置と目標面との間の距離を示す情報が案内画面に表示される。

- [0009] 本発明の第4の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第3の態様の油圧ショベルの表示システムであって、設計面のうち目標面を除く非目標面が目標面よりもバケットの刃先に近いときには、刃先の幅方向における位置の中で非目標面への最近接位置と非目標面との間の距離を示す情報が、目標面への最近接位置と目標面との間の距離を示す情報と異なる特徴で表示される。
- [0010] 本発明の第5の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第3の態様の油圧ショベルの表示システムであって、バケットの刃先が目標面に対して垂直に対向する領域から外れたときは、刃先の幅方向における位置の中で目標面の外周辺への最近接位置と目標面の外周辺との間の距離を示す情報が案内画面に表示される。
- [0011] 本発明の第6の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第5の態様の油圧ショベルの表示システムであって、バケットの刃先の一部が目標面に対して垂直に対向する領域から外れ、且つ、バケットの刃先の他の部分が目標面に対して垂直に対向する領域内に位置するときには、刃先の幅方向における位置の中で目標面の外周辺への最近接位置と目標面の外周辺との間の距離と、刃先の幅方向における位置の中で目標面への最近接位置と目標面との間の距離とのうち、最も小さいものを示す情報が案内画面に表示される。
- [0012] 本発明の第7の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第3の態様の油圧ショベルの表示システムであって、バケットの刃先が目標面に対して垂直に対向する領域から外れたときは、刃先の幅方向における位置の中で目標面の延長面への最近接位置と目標面の延長面との間の距離を示す情報が案内画面に表示される。
- [0013] 本発明の第8の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第1の態様の油圧ショベルの表示システムであって、幅方向に垂直な平面に平行な方向における設計面への最近接位置と設計面との間の距離が、最近接位置と設計面との間の距離として算出される。
- [0014] 本発明の第9の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第1の態様の

油圧ショベルの表示システムであって、全ての方向における設計面への最近接位置と設計面との間の最短距離が、最近接位置と設計面との間の距離として算出される。

[0015] 本発明の第10の態様に係る油圧ショベルの表示システムは、第1の態様の油圧ショベルの表示システムであって、設計面とバケットの刃先との位置関係を示す画像は、側面視において設計面の断面を示す線分を含み、線分よりも地中側の領域と、線分よりも空中側の領域とは異なる色で示される。

[0016] 本発明の第11の態様に係る油圧ショベルは、第1から第10のいずれかの態様の油圧ショベルの表示システムを備える。

[0017] 本発明の第12の態様に係る油圧ショベルの表示システムの制御方法は、バケットを含む作業機と、作業機が取り付けられる本体部とを有する油圧ショベルの表示システムの制御方法である。この制御方法は次のステップを備える。第1ステップでは、油圧ショベルの現在位置に関する情報を検出する。第2ステップでは、油圧ショベルの現在位置に関する情報に基づいてバケットの刃先の位置を算出する。第3ステップでは、作業対象の目標形状を示す設計面の位置情報と、バケットの刃先の位置とに基づいて、刃先の幅方向における位置の中で設計面への最近接位置と設計面との間の距離を算出する。第4ステップでは、設計面とバケットの刃先との位置関係を示す画像と、最近接位置と設計面との間の距離を示す情報とを含む案内画面を表示する。

発明の効果

[0018] 本発明の第1の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、バケットの刃先の幅方向における位置の中で設計面への最近接位置と設計面との間の距離を示す情報が算出される。このため、バケットの刃先が設計面に対して平行ではないときでも、オペレータは、バケットの刃先のうち設計面に最も近い位置での設計面までの距離を容易に把握することができる。これにより、オペレータは掘削作業を精度よく行うことができる。

[0019] 本発明の第2の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、オペレータは、バケットの正面図において設計面への最近接位置の位置を把握すること

ができる。これにより、オペレータは掘削作業をさらに精度よく行うことができる。

[0020] 本発明の第3の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、オペレータは、選択した目標面に対して掘削作業を精度よく行うことができる。

[0021] 本発明の第4の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、目標面に隣接する非目標面の方がバケットの刃先に近いことを容易に把握することができる。このため、オペレータが目標面ではなく、隣接する非目標面を誤って掘削することを抑えることができる。

[0022] 本発明の第5の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、バケットの刃先が目標面に対向する領域から外れたときに、オペレータは、バケットの刃先が目標面からどれだけ離れているかを容易に把握することができる。

[0023] 本発明の第6の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、バケットの刃先の一部が目標面に対向する領域から外れていても、バケットの刃先の他の部分が目標面に近接しているときには、バケットの刃先と目標面との間の距離が表示される。このため、オペレータが目標面を誤って掘削し過ぎることを抑えることができる。

[0024] 本発明の第7の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、目標面から外れた位置（例えば、目標面の延長面）から、目標面に対して平行にバケット刃先を操作することにより、目標面を容易に成形することができる。従って、法肩に刃先の位置決めをしてから成形することにより、法肩より上の土が崩れたり、作業機動作開始時のショックできれいな成形ができなかったりすることを抑えることができる。

[0025] 本発明の第8の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、オペレータは、幅方向に垂直な平面に平行な方向における設計面への最近接位置と設計面との間の距離を、容易に把握することができる。オペレータが作業機を操作する場合、通常、幅方向に垂直な平面に沿ってバケットを移動させる。従って、上記のような距離を示す情報が案内画面に表示されることにより、オペレータは、作業機を操作する際に、バケットの刃先と設計面との間の距離

を精度よく把握することができる。

[0026] 本発明の第9の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、オペレータは、作業機の操作方向に関わらず設計面への最近接位置と設計面との間の最短距離を、容易に把握することができる。例えば、油圧ショベルの本体部が左右に傾いた場合には、バケットは作業機の駆動方向のみに限らず、幅方向にも移動することがある。また、本体部が旋回可能な場合には、本体部が旋回したときにも、バケットは幅方向に移動する。従って、上記のような距離を示す情報が案内画面に表示されることにより、オペレータは、本体部を移動させる際に、バケットの刃先と設計面との間の距離を精度よく把握することができる。

[0027] 本発明の第10の態様に係る油圧ショベルの表示システムでは、案内画面上において、設計面の断面を示す線分よりも地中側の領域と空中側の領域とが異なる色で示される。このため、バケットの刃先が設計面から大きく外れたときに、オペレータは、バケットが設計面が存在しない領域に位置していることを容易に把握することができる。

[0028] 本発明の第11の態様に係る油圧ショベルでは、バケットの刃先の幅方向における位置の中で設計面への最近接位置と設計面との間の距離を示す情報が算出される。このため、バケットの刃先が設計面に対して平行ではないときでも、オペレータは、バケットの刃先のうち設計面に最も近い位置での設計面までの距離を容易に把握することができる。これにより、オペレータは掘削作業を精度よく行うことができる。

[0029] 本発明の第12の態様に係る油圧ショベルの表示システムの制御方法では、バケットの刃先の幅方向における位置の中で設計面への最近接位置と設計面との間の距離を示す情報が算出される。このため、バケットの刃先が設計面に対して平行ではないときでも、オペレータは、バケットの刃先のうち設計面に最も近い位置での設計面までの距離を容易に把握することができる。これにより、オペレータは掘削作業を精度よく行うことができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]油圧ショベルの斜視図。

[図2]油圧ショベルの構成を模式的に示す図。

[図3]油圧ショベルが備える制御系の構成を示すブロック図。

[図4]設計地形データによって示される設計地形を示す図。

[図5]粗掘削モードの案内画面を示す図。

[図6]繊細掘削モードの案内画面を示す図。

[図7]バケットの刃先の現在位置を求める方法を示す図。

[図8]バケット刃先と設計面との間の距離の算出方法を示すフローチャート。

[図9]バケットの刃先上の計算点を示す図。

[図10]バケットの刃先が目標面と非目標面とに亘って位置している状態を例示する斜視図。

[図11]計算点が目標領域内に位置している状態を示す側面図。

[図12]計算点が第1非目標領域内に位置している状態を示す側面図。

[図13]計算点が目標領域と第1非目標領域との間の隙間の領域内に位置している状態を示す側面図。

[図14]計算点が目標領域と第2非目標領域とが重なる領域に位置している状態を示す側面図。

[図15]計算点が目標領域と第2非目標領域とが重なる領域に位置している状態を示す側面図。

[図16]他の実施形態において、計算点と設計面との最短距離を決定する方法を示す図。

[図17]他の実施形態において、目標領域と第1非目標領域との間の隙間の領域内に計算点が位置しているときの最短距離の算出方法を示す図。

発明を実施するための形態

[0031] 1. 構成

1-1. 油圧ショベルの全体構成

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態に係る油圧ショベルの表示システムについて説明する。図1は、表示システムが搭載される油圧ショベル

100の斜視図である。油圧ショベル100は、車両本体1と作業機2とを有する。車両本体1は、本発明の本体部に相当する。車両本体1は、上部旋回体3と運転室4と走行装置5とを有する。上部旋回体3は、図示しないエンジンや油圧ポンプなどの装置を収容している。運転室4は上部旋回体3の前部に載置されている。運転室4内には、後述する表示入力装置38及び操作装置25が配置される（図3参照）。走行装置5は履帯5a, 5bを有しており、履帯5a, 5bが回転することにより油圧ショベル100が走行する。

[0032] 作業機2は、車両本体1の前部に取り付けられており、ブーム6とアーム7とバケット8とブームシリンダ10とアームシリンダ11とバケットシリンダ12とを有する。ブーム6の基端部は、ブームピン13を介して車両本体1の前部に揺動可能に取り付けられている。アーム7の基端部は、アームピン14を介してブーム6の先端部に揺動可能に取り付けられている。アーム7の先端部には、バケットピン15を介してバケット8が揺動可能に取り付けられている。

[0033] 図2は、油圧ショベル100の構成を模式的に示す図である。図2(a)は油圧ショベル100の側面図であり、図2(b)は油圧ショベル100の背面図である。図2(a)に示すように、ブーム6の長さ、すなわち、ブームピン13からアームピン14までの長さは、L1である。アーム7の長さ、すなわち、アームピン14からバケットピン15までの長さは、L2である。バケット8の長さ、すなわち、バケットピン15からバケット8の刃先までの長さは、L3である。

[0034] 図1に示すブームシリンダ10とアームシリンダ11とバケットシリンダ12とは、それぞれ油圧によって駆動される油圧シリンダである。ブームシリンダ10はブーム6を駆動する。アームシリンダ11は、アーム7を駆動する。バケットシリンダ12は、バケット8を駆動する。ブームシリンダ10、アームシリンダ11、バケットシリンダ12などの油圧シリンダと図示しない油圧ポンプとの間には、比例制御弁37が配置されている（図3参照）。

）。比例制御弁 37 が後述する作業機コントローラ 26 によって制御されることにより、油圧シリンダ 10-12 に供給される作動油の流量が制御される。これにより、油圧シリンダ 10-12 の動作が制御される。

[0035] 図 2 (a) に示すように、ブーム 6 とアーム 7 とバケット 8 には、それぞれ第 1 ～第 3 ストロークセンサ 16-18 が設けられている。第 1 ストロークセンサ 16 は、ブームシリンダ 10 のストローク長さを検出する。後述する表示コントローラ 39 (図 3 参照) は、第 1 ストロークセンサ 16 が検出したブームシリンダ 10 のストローク長さから、後述する車両本体座標系の Z a 軸 (図 7 参照) に対するブーム 6 の傾斜角 $\theta 1$ を算出する。第 2 ストロークセンサ 17 は、アームシリンダ 11 のストローク長さを検出する。表示コントローラ 39 は、第 2 ストロークセンサ 17 が検出したアームシリンダ 11 のストローク長さから、ブーム 6 に対するアーム 7 の傾斜角 $\theta 2$ を算出する。第 3 ストロークセンサ 18 は、バケットシリンダ 12 のストローク長さを検出する。表示コントローラ 39 は、第 3 ストロークセンサ 18 が検出したバケットシリンダ 12 のストローク長さから、アーム 7 に対するバケット 8 の傾斜角 $\theta 3$ を算出する。

[0036] 車両本体 1 には、位置検出部 19 が備えられている。位置検出部 19 は、油圧ショベル 100 の現在位置を検出する。位置検出部 19 は、RTK-GNSS (Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite Systems、GNSS は全地球航法衛星システムをいう。) 用の 2 つのアンテナ 21, 22 (以下、「GNSS アンテナ 21, 22」と呼ぶ) と、3次元位置センサ 23 と、傾斜角センサ 24 とを有する。GNSS アンテナ 21, 22 は、後述する車両本体座標系 X a -Y a -Z a の Y a 軸 (図 7 参照) に沿って一定距離だけ離間して配置されている。GNSS アンテナ 21, 22 で受信された GNSS 電波に応じた信号は 3次元位置センサ 23 に入力される。3次元位置センサ 23 は、GNSS アンテナ 21, 22 の設置位置 P 1, P 2 の位置を検出する。図 2 (b) に示すように、傾斜角センサ 24 は、重力方向 (鉛直線) に対する車両本体 1 の幅方向の傾斜角 $\theta 4$ (以下、「ロール角 $\theta 4$ 」

と呼ぶ)を検出する。なお、本実施形態において、幅方向とは、バケット 8 の幅方向を意味しており、車幅方向と一致している。ただし、作業機 2 が後述するチルトバケットを備える場合には、バケットの幅方向と車幅方向とが一致しないことがあり得る。

[0037] 図 3 は、油圧ショベル 100 が備える制御系の構成を示すブロック図である。油圧ショベル 100 は、操作装置 25 と、作業機コントローラ 26 と、作業機制御装置 27 と、表示システム 28 を備える。操作装置 25 は、作業機操作部材 31 と、作業機操作検出部 32 と、走行操作部材 33 と、走行操作検出部 34 とを有する。作業機操作部材 31 は、オペレータが作業機 2 を操作するための部材であり、例えば操作レバーである。作業機操作検出部 32 は、作業機操作部材 31 の操作内容を検出して、検出信号として作業機コントローラ 26 へ送る。走行操作部材 33 は、オペレータが油圧ショベル 100 の走行を操作するための部材であり、例えば操作レバーである。走行操作検出部 34 は、走行操作部材 33 の操作内容を検出して、検出信号として作業機コントローラ 26 へ送る。

[0038] 作業機コントローラ 26 は、RAM や ROM などの記憶部 35 や、CPU などの演算部 36 を有している。作業機コントローラ 26 は、主として作業機 2 の制御を行う。作業機コントローラ 26 は、作業機操作部材 31 の操作に応じて作業機 2 を動作させるための制御信号を生成して、作業機制御装置 27 に出力する。作業機制御装置 27 は比例制御弁 37 を有しており、作業機コントローラ 26 からの制御信号に基づいて比例制御弁 37 が制御される。作業機コントローラ 26 からの制御信号に応じた流量の作動油が比例制御弁 37 から流出され、油圧シリンダ 10-12 に供給される。油圧シリンダ 10-12 は、比例制御弁 37 から供給された作動油に応じて駆動される。これにより、作業機 2 が動作する。

[0039] 1-2. 表示システム 28 の構成

表示システム 28 は、作業エリア内の地面を掘削して後述する設計面のような形状に形成するための情報をオペレータに提供するためのシステムであ

る。表示システム 28 は、上述した第 1 ～第 3 ストロークセンサ 16 - 18、3 次元位置センサ 23、傾斜角センサ 24 のほかに、表示入力装置 38 と、表示コントローラ 39 とを有している。

[0040] 表示入力装置 38 は、タッチパネル式の入力部 41 と、LCD などの表示部 42 とを有する。表示入力装置 38 は、掘削を行うための情報を提供するための案内画面を表示する。また、案内画面には、各種のキーが表示される。オペレータは、案内画面上の各種のキーに触れることにより、表示システム 28 の各種の機能を実行させることができる。案内画面については後に詳細に説明する。

[0041] 表示コントローラ 39 は、表示システム 28 の各種の機能を実行する。表示コントローラ 39 は、RAM や ROM などの記憶部 43 や、CPU などの演算部 44 を有している。記憶部 43 は、作業機データを記憶している。作業機データは、上述したブーム 6 の長さ L_1 、アーム 7 の長さ L_2 、バケット 8 の長さ L_3 を含む。また、作業機データは、ブーム 6 の傾斜角 θ_1 、アーム 7 の傾斜角 θ_2 、バケット 8 の傾斜角 θ_3 のそれぞれの最小値及び最大値を含む。表示コントローラ 39 と作業機コントローラ 26 とは、無線あるいは有線の通信手段により互いに通信可能となっている。表示コントローラ 39 の記憶部 43 には、設計地形データが予め作成されて記憶されている。設計地形データは、3 次元の設計地形の形状及び位置に関する情報である。設計地形は、作業対象となる地面の目標形状を示す。表示コントローラ 39 は、設計地形データや上述した各種のセンサからの検出結果などのデータに基づいて、案内画面を表示入力装置 38 に表示させる。具体的には、図 4 に示すように、設計地形は、三角形ポリゴンによってそれぞれ表現される複数の設計面 45 によって構成されている。なお、図 4 では複数の設計面のうちの 1 つのみに符号 45 が付されており、他の設計面の符号は省略されている。目標作業対象は、これらの設計面 45 のうちの 1 つ、或いは、複数の設計面である。オペレータは、これらの設計面 45 のうちの 1 つ、或いは、複数の設計面を目標面 70 として選択する。表示コントローラ 39 は、目標面 7

0の位置をオペレータに知らせるための案内画面を表示入力装置38に表示させる。

[0042] 2. 案内画面

以下、案内画面について詳細に説明する。案内画面は、目標面70とバケット8の刃先との位置関係を示し、作業対象である地面が目標面70と同じ形状になるように油圧ショベル100の作業機2を誘導するための画面である。図5及び図6に示すように、案内画面は、粗掘削モードの案内画面（以下、「粗掘削画面53」と呼ぶ）と、繊細掘削モードの案内画面（以下、「繊細掘削画面54」と呼ぶ）とを有する。

[0043] 2-1. 粗掘削画面53

図5に粗掘削画面53を示す。粗掘削画面53は、作業エリアの設計地形と油圧ショベル100の現在位置とを示す上面図53aと、目標面70と油圧ショベル100との位置関係を示す側面図53bとを含む。

[0044] 粗掘削画面53の上面図53aは、複数の三角形ポリゴンによって上面視による設計地形を表現している。より具体的には、上面図53aは、油圧ショベル100の旋回平面を投影面として設計地形を表現している。従って、上面図53aは、油圧ショベル100の真上から見た図であり、油圧ショベル100が傾いたときには設計面が傾くことになる。また、複数の設計面45から目標作業対象として選択された目標面70は、他の設計面45と異なる色で表示される。なお、図5では、油圧ショベル100の現在位置が上面視による油圧ショベルのアイコン61で示されているが、他のシンボルによって示されてもよい。また、上面図53aは、油圧ショベル100を目標面70に対して正対させるための情報を含んでいる。油圧ショベル100を目標面70に対して正対させるための情報は、正対コンパス73として表示される。正対コンパス73は、目標面70に対する正対方向と油圧ショベル100を旋回させるべき方向とを示すアイコンである。オペレータは、正対コンパス73により、目標面70への正対度を確認することができる。

[0045] 粗掘削画面53の側面図53bは、目標面70とバケット8の刃先との位

置関係を示す画像と、目標面 70 とバケット 8 の刃先との間の距離を示す距離情報とを含む。具体的には、側面図 53b は、設計面線 74 と、目標面線 79 と、側面視による油圧ショベル 100 のアイコン 75 とを含む。設計面線 74 は、目標面 70 以外の設計面 45 の断面を示す。目標面線 79 は目標面 70 の断面を示す。設計面線 81 と目標面線 82 とは、図 4 に示すように、バケット 8 の刃先 P3 の現在位置を通る平面 77 と設計面 45 との交線 80 を算出することにより求められる。バケット 8 の刃先 P3 の現在位置を算出する方法については後に説明する。側面図 53b において、目標面線 79 は、設計面線 74 と異なる色で表示される。なお、図 5 では線種を変えて、目標面線 79 と設計面線 74 とを表現している。また、側面図 53b では、目標面線 79 及び設計面線 74 よりも地中側の領域と、これらの線分よりも空中側の領域とは異なる色で示される。図 5 では、目標面線 79 及び設計面線 74 よりも地中側の領域にハッチングを付することにより、色の違いを表現している。

[0046] 目標面 70 とバケット 8 の刃先との間の距離を示す距離情報は、数値情報 83 とグラフィック情報 84 とを含む。数値情報 83 は、バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の最短距離を示す数値である。グラフィック情報 84 は、バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離をグラフィックで示した情報である。具体的には、グラフィック情報 84 は、インデックスバー 84a と、インデックスバー 84a のうちバケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離がゼロに相当する位置を示すインデックスマーク 84b とを含む。インデックスバー 84a は、バケット 8 の先端と目標面 70 との最短距離に応じて、各インデックスバー 84a が点灯するようになっている。なお、グラフィック情報 84 の表示のオン／オフがオペレータの操作により変更可能とされてもよい。バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離の算出方法については後に詳細に説明する。

[0047] 以上のように、粗掘削画面 53 では、目標面線 79 と油圧ショベル 100 との相対位置関係と、バケット 8 の先端と目標面線 79 との最短距離を示す

数値が表示される。オペレータは、目標面線 79 に沿ってバケット 8 の刃先を移動させることによって、現在の地形が設計地形になるように、容易に掘削することができる。

[0048] なお、粗掘削画面 53 には案内画面を切り換えるための画面切換キー 65 が表示されるオペレータは、画面切換キー 65 を操作することにより、粗掘削画面 53 から繊細掘削画面 54 へ切り換えることができる。

[0049] 2-2. 繊細掘削画面 54

図 6 に、繊細掘削画面 54 を示す。繊細掘削画面 54 は、粗掘削画面 53 よりも目標面 70 と油圧ショベル 100 との位置関係を詳細に示す。すなわち、繊細掘削画面 54 は、粗掘削画面 53 よりも目標面 70 とバケット 8 の刃先との位置関係を詳細に示す。繊細掘削画面 54 は、目標面 70 とバケット 8 とを示す正面図 54a と、目標面 70 とバケット 8 とを示す側面図 54b とを含む。繊細掘削画面 54 の正面図 54a には、正面視によるバケット 8 のアイコン 89 と、正面視による目標面 70 の断面を示す線 78（以下、「目標面線 78」と呼ぶ）とを含む。繊細掘削画面 54 の側面図 54b には、側面視によるバケット 8 のアイコン 90 と、設計面線 74 とを含む。また、繊細掘削画面 54 の正面図 54a と側面図 54b とには、それぞれ、目標面 70 とバケット 8 との位置関係を示す情報が表示される。

[0050] 正面図 54a において目標面 70 とバケット 8 との位置関係を示す情報は、距離情報 86a と角度情報 86b とを含む。距離情報 86a は、バケット 8 の刃先と、目標面 70 との間の Za 方向の距離を示したものである。この距離は、後述するように、バケット 8 の刃先の幅方向における位置のうち目標面 70 に対する最近接位置と、目標面 70 との間の距離である。正面図 54a には、最近接位置を示すマーク 86c がバケット 8 の正面図のアイコン 89 に重ねて表示される。角度情報 86b は、目標面 70 とバケット 8 との間の角度を示す情報である。具体的には、角度情報 86b は、バケット 8 の刃先を通る仮想線分と目標面線 78 との間の角度である。

[0051] 側面図 54b において目標面 70 とバケット 8 との位置関係を示す情報は

、距離情報 87a と角度情報 87b とを含む。距離情報 87a は、バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の最短距離、すなわち目標面 70 の垂線方向におけるバケット 8 の先端と目標面 70 との間の距離を示したものである。また、角度情報 87b は、目標面 70 とバケット 8 との間の角度を示す情報である。具体的には、側面図 54b に表示される角度情報 87b は、バケット 8 の底面と目標面線 79 との間の角度である。

[0052] 繊細掘削画面 54 は、上述したバケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離をグラフィックで示すグラフィック情報 88 を含む。グラフィック情報 88 は、粗掘削画面 53 のグラフィック情報 84 と同様に、インデックスバー 88a とインデックスマーク 88b とを有する。

[0053] 以上のように、繊細掘削画面 54 では、目標面線 78, 79 とバケット 8 の刃先との相対位置関係が詳細に表示される。オペレータは、目標面線 78, 79 に沿ってバケット 8 の刃先を移動させることによって、現在の地形が 3次元設計地形と同じ形状になるように、さらに容易に掘削することができる。なお、繊細掘削画面 54 には、上述した粗掘削画面 53 と同様に画面切換キー 65 が表示される。オペレータは、画面切換キー 65 を操作することにより、繊細掘削画面 54 から粗掘削画面 53 へ切り換えることができる。

[0054] 2-3. バケット 8 の刃先の現在位置の算出方法

上述したように、目標面線 79 はバケット 8 の刃先の現在位置から算出される。表示コントローラ 39 は、3次元位置センサ 23、第 1～第 3 ストロークセンサ 16-18、傾斜角センサ 24 などからの検出結果に基づき、グローバル座標系 {X, Y, Z} でのバケット 8 の刃先の現在位置を算出する。具体的には、バケット 8 の刃先の現在位置は、次のようにして求められる。

[0055] まず、図 7 に示すように、上述した GNSS アンテナ 21 の設置位置 P1 を原点とする車両本体座標系 {Xa, Ya, Za} を求める。図 7(a) は油圧ショベル 100 の側面図である。図 7(b) は油圧ショベル 100 の背面図である。ここでは、油圧ショベル 100 の前後方向すなわち車両本体座

標系の Y_a 軸方向がグローバル座標系の Y 軸方向に対して傾斜しているものとする。また、車両本体座標系でのブームピン 13 の座標は $(0, L_{b1}, -L_{b2})$ であり、予め表示コントローラ 39 の記憶部 43 に記憶されている。

[0056] 3次元位置センサ 23 はGNSSアンテナ 21, 22の設置位置 P_1, P_2 を検出する。検出された座標位置 P_1, P_2 から以下の (1) 式によって Y_a 軸方向の単位ベクトルが算出される。

$$Y_a = (P_1 - P_2) / |P_1 - P_2| \cdots (1)$$

図7 (a) に示すように、 Y_a と Z の2つのベクトルで表される平面を通り、 Y_a と垂直なベクトル Z' を導入すると、以下の関係が成り立つ。

$$(Z', Y_a) = 0 \cdots (2)$$

$$Z' = (1 - c) Z + c Y_a \cdots (3)$$

c は定数である。

(2) 式および (3) 式より、 Z' は以下の (4) 式のように表される。

$$Z' = Z + \{ (Z, Y_a) / ((Z, Y_a) - 1) \} (Y_a - Z) \cdots (4)$$

さらに、 Y_a および Z' と垂直なベクトルを X' とすると、 X' は以下の (5) 式のように表される。

$$X' = Y_a \perp Z' \cdots (5)$$

図7 (b) に示すように、車両本体座標系は、これを Y_a 軸周りに上述したロール角 θ_4 だけ回転させたものであるから、以下の (6) 式のように示される。

$$\begin{bmatrix} X_a & Y_a & Z_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X' & Y_a & Z' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_4 & 0 & \sin \theta_4 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta_4 & 0 & \cos \theta_4 \end{bmatrix}$$

[0057] $\cdots (6)$

また、第1～第3ストロークセンサ 16-18 の検出結果から、上述したブーム 6、アーム 7、バケット 8 の現在の傾斜角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ が算出される。車両本体座標系内でのバケット 8 の刃先 P_3 の座標 (x_{at}, y_{at})

、 $z_a t$) は、傾斜角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 およびブーム 6、アーム 7、バケット 8 の長さ L_1 、 L_2 、 L_3 を用いて、以下の (7) ~ (9) 式により算出される。

$$x_a t = 0 \cdots (7)$$

$$y_a t = L_{b1} + L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) + L_3 \sin (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \cdots (8)$$

$$z_a t = -L_{b2} + L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) + L_3 \cos (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \cdots (9)$$

なお、バケット 8 の刃先 P_3 は、車両本体座標系の $Y_a - Z_a$ 平面で移動するものとする。

そして、グローバル座標系でのバケット 8 の刃先 P_3 の座標が以下の (10) 式から求められる。

$$P_3 = x_a t \cdot X_a + y_a t \cdot Y_a + z_a t \cdot Z_a + P_1 \cdots (10)$$

図 4 に示すように、表示コントローラ 39 は、上記のように算出したバケット 8 の刃先の現在位置と、記憶部 43 に記憶された設計地形データとに基づいて、3次元設計地形とバケット 8 の刃先 P_3 を通る $Y_a - Z_a$ 平面 77 との交線 80 を算出する。そして、表示コントローラ 39 は、この交線のうち目標面 70 を通る部分を上述した目標面線 79 として案内画面に表示する。

[0058] 2-4. バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離の算出方法

上述したように、案内画面に表示されるバケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離は、刃先の幅方向における位置の中で目標面 70 への最近接位置と目標面 70 との間の距離である。バケット 8 の刃先と目標面 70 との間の距離を算出するために表示コントローラ 39 によって実行される処理について図 8 に基づいて説明する。

[0059] まず、ステップ S1 では、油圧ショベル 100 の現在位置を検出する。ここでは、上述したように、表示コントローラ 39 は、3次元位置センサ 23 からの検出信号に基づいて、車両本体 1 の現在位置を検出する。

[0060] ステップS2では、バケット8の刃先上の複数の計算点を設定する。図9に示すように、バケット8は複数の刃8a-8eを有している。このため、複数の刃8a-8eの先端を通りバケット8の幅方向寸法に一致する仮想線分LS1を想定する。そして、仮想線分LS1を4つの範囲に均等に分け、各範囲の境界及び両端を示す5つの点がそれぞれ第1～第5計算点C1-C5として設定される。すなわち、第1～第5計算点C1-C5は、バケット8の刃先の幅方向における複数の位置を示す。そして、ステップS1で検出された油圧ショベル100の現在位置に基づいて、第1～第5計算点C1-C5の現在位置が算出される。具体的には、上述したバケット8の刃先の現在位置の算出方法によって、中央の計算点C3の現在位置が算出される。そして、中央の計算点C3の現在位置とバケット8の幅方向寸法から他の計算点C1, C2, C4, C5の現在位置が算出される。なお、バケット8の幅方向寸法は、上述した作業機データとして予め記憶されている。

[0061] 次に、ステップS3～ステップS9において、設計面45の位置情報と第1～第5計算点C1-C5の現在位置とに基づいて、第1～第5計算点C1-C5の中で設計面45に最も近い計算点と設計面45との間の距離が算出される。具体的な処理は以下の通りである。

[0062] ステップS3では、第i計算点Ciを通るYa-Za平面と、設計面45との交線Miが算出される。なお、iは変数であり、図8に示すフローの開始時には、第i計算点Ciのi値は1に設定されている。ここでは、上述したように図4に示す交線80を求めた方法と同様の方法により、第i計算点Ciを通るYa-Za平面と、設計面45との交線Miが算出される。例えば、図10に示すように、設計面45のうちオペレータによって選択された目標面70と、選択されていない非目標面71, 72とに亘って、バケット8の刃先が配置されている場合を想定する。非目標面71, 72は、第1非目標面71と第2非目標面72とを有しており、目標面70は第1非目標面71と第2非目標面72との間に位置している。この場合、図11に示すように、第i計算点Ciを通るYa-Za平面と設計面45との交線Miは、

目標線 MA_i と第1非目標線 MB_i と、第2非目標線 MC_i とを含む。目標線 MA_i は、第 i 計算点 C_i を通る Y_a-Z_a 平面と目標面 70 との交線であり、目標面 70 の断面を示す直線である。第1非目標線 MB_i は、第 i 計算点 C_i を通る Y_a-Z_a 平面と第1非目標面 71 との交線であり、第1非目標面 71 の断面を示す直線である。第2非目標線 MC_i は、第 i 計算点 C_i を通る Y_a-Z_a 平面と第2非目標面 72 との交線であり、第2非目標面 72 の断面を示す直線である。

[0063] ステップ $S4$ では、バケット8の刃先の第 i 計算点 C_i が交線 M_i の垂線方向にあるか否かが判定される。例えば、図11に示すように第 i 計算点 C_i が、目標線 MA_i に垂直に対向する領域（以下、「目標領域 $A1$ 」と呼ぶ）内に位置している場合には、第 i 計算点 C_i が交線 M_i の垂線方向にあると判定される。また、図12に示すように第 i 計算点 C_i が、第1非目標線 MB_i に垂直に対向する領域（以下、「第1非目標領域 $A2$ 」と呼ぶ）内に位置している場合にも、バケット8の刃先の第 i 計算点 C_i が交線 M_i の垂線方向にあると判定される。しかし、図13に示すように第 i 計算点 C_i が、目標領域 $A1$ と第1非目標領域 $A2$ との間の隙間の領域に位置しているときには、バケット8の刃先の第 i 計算点 C_i が交線 M_i の垂線方向にないと判定される。

[0064] ステップ $S4$ においてバケット8の刃先の第 i 計算点 C_i が交線 M_i の垂線方向にあると判定されたときには、ステップ $S5$ に進む。ステップ5では、交線 M_i に含まれる各直線 MA_i-MC_i と第 i 計算点 C_i との間の距離が算出される。ここでは、交線 M_i に含まれる各直線 MA_i-MC_i について第 i 計算点 C_i を通る垂線を算出し、各直線 MA_i-MC_i と第 i 計算点 C_i との間の距離が算出される。例えば、図11に示すように、第 i 計算点 C_i が目標領域 $A1$ 内に位置しているときには、第 i 計算点 C_i を通る目標線 MA_i の垂線が算出され、第 i 計算点 C_i と目標線 MA_i との間の最短距離（以下、「目標面距離 DA_i 」と呼ぶ）が算出される。図12に示すように、第 i 計算点 C_i が第1非目標領域 $A2$ 内に位置しているときには、第 i

計算点 C_i を通る第1非目標線 MB_i の垂線が算出され、第 i 計算点 C_i と第1非目標線 MB_i との間の最短距離（以下、「第1非目標面距離 DB_i 」と呼ぶ）が算出される。ただし、図14及び図15に示すように、第 i 計算点 C_i が、第2非目標線 MC_i に垂直に対向する領域（以下、「第2非目標領域 A_3 」と呼ぶ）と目標領域 A_1 とが重なる領域内に位置している場合には、二つの垂線が算出される。すなわち、第 i 計算点 C_i を通る目標線 MA_i の垂線と、第 i 計算点 C_i を通る第2非目標線 MC_i の垂線とが算出される。そして、第 i 計算点 C_i での目標面距離 DA_i と、第 i 計算点 C_i と第2非目標線 MC_i との間の最短距離（以下、「第2非目標面距離 DC_i 」と呼ぶ）とが算出される。

[0065] ステップS4においてバケット8の刃先の第 i 計算点 C_i が設計面45の垂線方向にないと判定されたときには、ステップS6に進む。ステップS6では、交線 M_i の各直線 MA_i-MC_i について、バケット8の刃先の第 i 計算点 C_i と、各直線 MA_i-MC_i の端点との間の距離が算出される。例えば、図13に示すように、第 i 計算点 C_i と、目標線 MA_i の端点 PA_i との間の距離（以下、「仮目標面距離 DD_i 」と呼ぶ）が算出される。

[0066] ステップS7では、全ての計算点 $C_1 \sim C_5$ について距離の計算が完了したか否かが判定される。本実施形態では5つの計算点 $C_1 \sim C_5$ が設定されているので、第1～第5計算点 $C_1 \sim C_5$ について、ステップS3～ステップS6の距離の計算が完了したか否かが判定される。全ての計算点について距離の計算が完了していないときには、ステップS8において第 i 計算点 C_i の i 値が1だけ増大されてステップS3へ戻る。そして、ステップS3からステップS6の処理が繰り返されて、全ての計算点 $C_1 \sim C_5$ について距離の計算が完了すると、ステップS9へ進む。

[0067] ステップS9では、算出された複数の距離のうち最も小さいものが「最短距離」として設定される。従って、バケット8の刃先上の複数の計算点 $C_1 \sim C_5$ のうち設計面45に最も近接する計算点が最近接位置として決定される。そして、最近接位置に相当する計算点と設計面45との間の距離が、「

最短距離」として設定される。

[0068] ステップS 1 0では、「最短距離」が目標面7 0に対して計算された値か否かが判定される。すなわち、「最短距離」として設定された距離が、端点P A iも含めた目標線M A iに対して計算されたものか否かが判定される。

「最短距離」が目標面7 0に対して計算された値であるときにはステップS 1 1に進む。「最短距離」が目標面7 0に対して計算された値ではないと判定されたときにはステップS 1 2に進む。

[0069] ステップS 1 1及びステップS 1 2では、「最短距離」が案内画面に表示される。具体的には、ステップS 1 1では、ステップS 9において選択された「最短距離」を示す情報が、設計面4 5とバケット8の刃先との位置関係を示す画像と共に、粗掘削画面5 3と繊細掘削画面5 4とに表示される。また、上述したように、最近接位置に相当する計算点の位置を示すマーク8 6 cが、繊細掘削画面5 4の正面図5 4 aに重ねて表示される。なお、このステップS 1 1での「最短距離」を示す情報の表示の態様を以下、「通常の表示態様」と呼ぶ。すなわち、ステップS 1 0において、「最短距離」が目標面7 0に対して計算された値であると判定されたときには、「最短距離」が通常の表示態様で案内画面に表示される。

[0070] ステップS 1 2では、「最短距離」が特定の特徴を付けて案内画面に表示される。ここでは、「最短距離」示す情報が通常の表示態様と異なる特徴を付けられて粗掘削画面5 3と繊細掘削画面5 4とに表示される。例えば、「最短距離」を示す情報の文字やグラフィックの色、或いは、大きさなどの視覚的な要素が通常の表示態様と異なる。すなわち、「最短距離」が第1非目標面7 1又は第2非目標面7 2に対して計算された値であるときには、「最短距離」が特定の特徴を付けて案内画面に表示される。

[0071] 以上のように、「最短距離」が算出されて、案内画面に表示される。以下、最短距離の算出の具体例を示す。

[0072] 第1～第5計算点C 1－C 5の全てが、図1 1に示すように目標領域A 1内に位置している場合には、第1～第5計算点C 1－C 5に対して、それぞ

れ目標面距離 DA_i が算出される。そして、5つの目標面距離 DA_i のうち最も小さいものが「最短距離」として選択される。すなわち、目標面 70 に最も近接する計算点での目標面距離 DA_i が「最短距離」として設定される。そして、「最短距離」が通常が表示態様で案内画面に表示される。

[0073] 第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の全てが、図12に示すように第1非目標領域 A_2 内に位置している場合には、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ に対して、それぞれ第1非目標面距離 DB_i が算出される。そして、5つの第1非目標面距離 DB_i のうち最も小さいものが「最短距離」として選択される。すなわち、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ のうち第1非目標面 71 に最も近接する計算点での第1非目標面距離 DB_i が、「最短距離」として設定される。そして、「最短距離」が特定の特徴を付けられて案内画面に表示される。

[0074] 第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の全てが、図13に示すように目標領域 A_1 と第1非目標領域 A_2 との間の隙間の領域内に位置している場合には、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ に対して、それぞれ仮目標面距離 DD_i が算出される。そして、5つの仮目標面距離 DD_i のうち最も小さいものが「最短距離」として選択される。すなわち、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ のうち目標面 70 の外周辺に最も近接する計算点の仮目標面距離 DD_i が、「最短距離」として設定される。そして、「最短距離」が通常が表示態様で案内画面に表示される。

[0075] 第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の一部が図11に示すように目標領域 A_1 内に位置しており、且つ、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の他の部分が図13に示すように第1非目標領域 A_2 内に位置している場合には、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の目標面距離 DA_i と仮目標面距離 DD_i とのうち最も小さいものが、「最短距離」として設定される。そして、「最短距離」が通常が表示態様で案内画面に表示される。

[0076] 第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の全てが図14又は図15に示すように目標領域 A_1 と第2非目標領域 A_3 とが重なる領域内に位置している場合には、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ の目標面距離 DA_i と第2非目標面距離 DC_i

とのうち最も小さいものが、「最短距離」として設定される。従って、第2非目標面72が目標面70よりもバケット8の刃先に近いときには、第2非目標面72への最近接位置となる計算点での第2非目標面距離 DC_i が、特定の特徴を付けられて案内画面に表示される。また、目標面70が第2非目標面72よりもバケット8の刃先に近いときには、目標面70への最近接位置となる計算点での目標面距離 DA_i が通常が表示態様で案内画面に表示される。

[0077] さらに、第1～第5計算点 $C_1 - C_5$ が図11～図15に示す各領域に位置している場合を想定する。すなわち、第1計算点 C_1 は図12に示す第1非目標領域A2内に位置している。第2計算点 C_2 は図13に示す隙間の領域内に位置している。第3計算点 C_3 は図11に示す目標領域A1内に位置している。第4計算点 C_4 は図14に示す目標領域A1と第2非目標領域A3とが重なる領域内に位置している。第5計算点 C_5 は図15に示す目標領域A1と第2非目標領域A3とが重なる領域内に位置している。この場合、第1計算点 C_1 について図12に示す第1非目標面距離 DB_i が算出される。第2計算点 C_2 について図13に示す仮目標面距離 DD_i が算出される。第3計算点 C_3 について、図11に示す目標面距離 DA_i が算出される。第4計算点 C_4 について図14に示す目標面距離 DA_i が算出される。そして、第5計算点 C_5 について図15に示す第2非目標面距離 DC_i が算出される。そして、第1計算点 C_1 の第1非目標面距離 DB_i と、第2計算点 C_2 の仮目標面距離 DD_i と、第3計算点 C_3 の目標面距離 DA_i と、第4計算点 C_4 の目標面距離 DA_i と、第5計算点 C_5 の第2非目標面距離 DC_i とのうち、最も小さいものが「最短距離」として選択される。第2計算点 C_2 の仮目標面距離 DD_i と、第3計算点 C_3 の目標面距離 DA_i と、第4計算点 C_4 の目標面距離 DA_i とのうちのいずれかが「最短距離」として選択されたときには、通常が表示態様で「最短距離」を示す情報が案内画面に表示される。また、第1計算点 C_1 の第1非目標面距離 DB_i と第5計算点 C_5 の第2非目標面距離 DC_i とのうちのいずれかが「最短距離」として選択さ

れたときには、特定の特徴を付けて「最短距離」を示す情報が案内画面に表示される。

[0078] 4. 特徴

本実施形態に係る油圧ショベルの表示システム 28 は、以下のような特徴を有する。

[0079] 表示コントローラ 39 は、バケット 8 の刃先の第 1 計算点 C 1 から第 5 計算点 C 5 の中で設計面 45 への最近接位置と設計面 45 との間の距離を「最短距離」として算出して、「最短距離」を示す距離情報を案内画面に表示する。このため、図 9 に示すように、バケット 8 の刃先が設計面 45 に対して平行ではないときでも、オペレータは、バケット 8 の刃先の最近接位置から設計面 45 までの距離を容易に把握することができる。これにより、オペレータは掘削作業を精度よく行うことができる。

[0080] 図 6 に示すように、繊細掘削画面 54 に含まれるバケット 8 の正面図に、設計面 45 への最近接位置を示すマーク 86c が表示される。このため、オペレータは、バケット 8 の正面図において設計面 45 への最近接位置の位置を把握することができる。これにより、オペレータは掘削作業をさらに精度よく行うことができる。

[0081] 非目標面への最近接位置からの距離が最短距離として算出されたときには、最短距離を示す情報が、通常が表示態様とは異なる特徴で表示される。このため、オペレータは、目標面 70 に隣接する非目標面の方がバケット 8 の刃先に近いことを容易に把握することができる。このため、オペレータが目標面 70 ではなく、隣接する非目標面を誤って掘削することを抑えることができる。

[0082] 図 13 に示すように、バケット 8 の刃先が、目標領域 A 1 から外れた隙間の領域に位置するときには、目標面 70 の外周辺からの距離が算出される。従って、バケット 8 の刃先が目標面 70 に対向する領域から外れたときには、オペレータは、バケット 8 の刃先が目標面 70 からどれだけ離れているかを容易に把握することができる。

[0083] 一部の計算点が目標領域 A 1 内に位置しており、他の計算点が目標領域 A 1 から外れた隙間の領域内に位置しているときには、各計算点からの距離のうち最も小さいものが最短距離として選択される。従って、バケット 8 の刃先の一部が目標領域 A 1 から外れていても、バケット 8 の刃先の他の部分が目標面 7 0 に近接しているときには、バケット 8 の刃先と目標面 7 0 との間の距離が表示される。このため、オペレータが目標面 7 0 を誤って掘削し過ぎることを抑えることができる。

[0084] 図 9 に示すように、各計算点 C 1 - C 5 を通る Y a - Z a 平面上において各計算点 C 1 - C 5 と設計面 4 5 との距離 D 1 - D 5 が算出される。従って、オペレータは、Y a - Z a 平面に平行な方向における最短距離を、容易に把握することができる。オペレータが作業機 2 を操作する場合、通常、Y a - Z a 平面に平行な方向にバケット 8 を移動させる。従って、上記のような距離を示す情報が案内画面に表示されることにより、オペレータは、作業機 2 を操作する際に、バケット 8 の刃先と設計面 4 5 との間の距離を精度よく把握することができる。

[0085] 粗掘削画面 5 3 の側面図 5 3 b 及び繊細掘削画面 5 4 の側面図 5 4 b では、設計面線 7 4 及び目標面線 7 9 よりも地中側の領域と、この線分よりも空中側の領域とは異なる色で示される。このため、バケット 8 の刃先が設計面 4 5 から大きく外れたときに、オペレータは、設計面 4 5 が存在しない領域にバケット 8 が位置していることを容易に把握することができる。

[0086] 5. 他の実施形態

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。各案内画面の内容は上記のものに限られず、適宜、変更されてもよい。また、表示コントローラ 3 9 の機能の一部、或いは、全てが、油圧ショベル 1 0 0 の外部に配置されたコンピュータによって実行されてもよい。また、目標作業対象は、上述したような平面に限らず、点、線、或いは 3 次元の形状であってもよい。表示入力装置 3 8 の入力部 4 1 は、タッチパネル式

のものに限られず、ハードキーやスイッチなどの操作部材によって構成されてもよい。

[0087] 上記の実施形態では、オペレータが作業機操作部材 31 を操作することにより、手動で掘削を行う場合が説明されているが、自動掘削モードがさらに備えられてもよい。自動掘削モードが選択されているときには、上述した目標面線 79 がバケット 8 の刃先を移動させるべき目標移動経路となる。表示コントローラ 39 は、目標移動経路に沿ってバケット 8 の刃先を自動的に移動させるための制御信号を作業機制御装置 27 に出力する。これにより、作業機 2 による掘削が自動的に実行される。

[0088] 上記の実施形態では、作業機 2 は、ブーム 6、アーム 7、バケット 8 を有しているが、作業機 2 の構成はこれに限られず、少なくともバケット 8 を有するものであればよい。

[0089] 上記の実施形態では、第 1 ～第 3 ストロークセンサ 16 – 18 によって、ブーム 6、アーム 7、バケット 8 の傾斜角を検出しているが、傾斜角の検出手段はこれらに限られない。例えば、ブーム 6、アーム 7、バケット 8 の傾斜角を検出する角度センサが備えられてもよい。

[0090] 上記の実施形態では、バケット 8 を有しているが、バケットはこれに限られず、チルトバケットであってもよい。チルトバケットとは、バケットチルトシリンダを備え、バケットが左右にチルト傾斜することで油圧ショベルが傾斜地にあっても、斜面、平地を自由な形に成形、整地をすることができ、低板プレートによる転圧作業もできるバケットである。

[0091] 上記の実施形態では、図 9 に示すように、5 つの計算点 C1 – C5 が設定されているが、計算点の数はこれに限らず、複数の計算点が設定されればよい。

[0092] 上記の実施形態では、図 9 に示すように、各計算点 C1 – C5 を通る Y a – Z a 平面上において各計算点 C1 – C5 と設計面 45 との距離 D1 – D5 が算出される。しかし、方向に関係なく、各計算点 C1 – C5 と設計面 45 との間の最短距離が算出されてもよい。例えば、図 16 に示すように、計算

点C 5 について、計算点C 5 を通るY a - Z a 平面上の最短距離D 5 ではなく、全ての方向についての設計面4 5 への最短距離D 5 ' が算出されてもよい。この場合、オペレータは、作業機2 の操作方向に関わらず設計面4 5 への最近接位置と設計面4 5 との間の最短距離を、容易に把握することができる。例えば油圧ショベル1 0 0 の車両本体1 が左右に傾いた場合には、バケット8 は作業機2 の駆動方向のみに限らず、幅方向にも移動することがある。また、上部旋回体3 が旋回したときにも、バケット8 は幅方向に移動する。従って、全ての方向についての最短距離が案内画面に表示されることにより、オペレータは、車両本体1 を移動させる際に、バケット8 の刃先と設計面4 5 との間の距離を精度よく把握することができる。

[0093] 上記の実施形態では、バケット8 の刃先が目標領域A 1 から外れた隙間の領域に位置するときには、第i 計算点C i と目標面7 0 の外周辺を示す端点P A i との間の距離が算出されている。しかし、第i 計算点C i と目標面7 0 の延長面との間の距離が算出されてもよい。すなわち、図1 7 に示すように、第i 計算点C i と目標線M A i の延長線M A i ' の間の距離が仮目標面距離D D i として算出されてもよい。この場合、目標面7 0 から外れた位置（例えば、目標面7 0 の延長面）から、目標面7 0 に対して平行にバケット8 の刃先を操作することにより、目標面7 0 を容易に成形することができる。従って、法肩に刃先の位置決めをしてから成形することにより、法肩より上の土が崩れたり、作業機2 の動作開始時のショックできれいな成形ができなかったりすることを抑えることができる。

産業上の利用可能性

[0094] 本発明は、掘削作業を精度よく行うことを可能とする効果を有し、油圧ショベルの表示システム及びその制御方法として有用である。

符号の説明

- [0095] 1 車両本体（本体部）
2 作業機
8 バケット

1 9	位置検出部
2 8	表示システム
4 2	表示部
4 3	記憶部
4 4	演算部
4 5	設計面
5 3	粗掘削画面（案内画面）
5 4	繊細掘削画面（案内画面）
7 0	目標面
7 1	第 1 非目標面
7 2	第 2 非目標面
1 0 0	油圧シヨベル

請求の範囲

- [請求項1] バケットを含む作業機と、前記作業機が取り付けられる本体部とを有する油圧ショベルの表示システムであって、
 前記油圧ショベルの現在位置に関する情報を検出する位置検出部と、
 、
 作業対象の目標形状を示す設計面の位置情報を記憶する記憶部と、
 前記油圧ショベルの現在位置に関する情報に基づいて前記バケットの刃先の位置を算出し、前記バケットの刃先の位置と前記設計面の位置情報とに基づいて前記刃先の幅方向における位置の中で前記設計面への最近接位置と前記設計面との間の距離を算出する演算部と、
 前記設計面と前記バケットの刃先との位置関係を示す画像と、前記最近接位置と前記設計面との間の距離を示す情報とを含む案内画面を表示する表示部と、
 を備える油圧ショベルの表示システム。
- [請求項2] 前記設計面と前記バケットの刃先との位置関係を示す画像は、前記バケットの正面図を含み、
 前記最近接位置が、前記バケットの正面図に表示される、
 請求項1に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項3] 前記設計面の一部が目標面として選択され、前記刃先の幅方向における位置の中で前記目標面への最近接位置と前記目標面との間の距離を示す情報が前記案内画面に表示される、
 請求項1に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項4] 前記設計面のうち前記目標面を除く非目標面が前記目標面よりも前記バケットの刃先に近いときには、前記刃先の幅方向における位置の中で前記非目標面への最近接位置と前記非目標面との間の距離を示す情報が、前記目標面への最近接位置と前記目標面との間の距離を示す情報と異なる特徴で表示される、
 請求項3に記載の油圧ショベルの表示システム。

- [請求項5] 前記バケットの刃先が前記目標面に対して垂直に対向する領域から外れたときは、前記刃先の幅方向における位置の中で前記目標面の外周辺への最近接位置と前記目標面の外周辺との間の距離を示す情報が前記案内画面に表示される、
請求項3に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項6] 前記バケットの刃先の一部が前記目標面に対して垂直に対向する領域から外れ、且つ、前記バケットの刃先の他の部分が前記目標面に対して垂直に対向する領域内に位置するときには、前記刃先の幅方向における位置の中で前記目標面の外周辺への最近接位置と前記目標面の外周辺との間の距離と、前記刃先の幅方向における位置の中で前記目標面への最近接位置と前記目標面との間の距離とのうち、最も小さいものを示す情報が前記案内画面に表示される、
請求項5に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項7] 前記バケットの刃先が前記目標面に対して垂直に対向する領域から外れたときは、前記刃先の幅方向における位置の中で前記目標面の延長面への最近接位置と前記目標面の延長面との間の距離を示す情報が前記案内画面に表示される、
請求項3に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項8] 前記幅方向に垂直な平面に平行な方向における前記設計面への最近接位置と前記設計面との間の距離が、前記最近接位置と前記設計面との間の距離として算出される、
請求項1に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項9] 全ての方向における前記設計面への最近接位置と前記設計面との間の最短距離が、前記最近接位置と前記設計面との間の距離として算出される、
請求項1に記載の油圧ショベルの表示システム。
- [請求項10] 前記設計面と前記バケットの刃先との位置関係を示す画像は、側面視において前記設計面の断面を示す線分を含み、前記線分よりも地中

側の領域と、前記線分よりも空中側の領域とは異なる色で示される、請求項 1 に記載の油圧ショベルの表示システム。

[請求項11] 請求項 1 から 10 のいずれかに記載の油圧ショベルの表示システムを備える油圧ショベル。

[請求項12] バケットを含む作業機と、前記作業機が取り付けられる本体部とを有する油圧ショベルの表示システムの制御方法であって、

前記油圧ショベルの現在位置に関する情報を検出するステップと、

前記油圧ショベルの現在位置に関する情報に基づいて前記バケットの刃先の位置を算出するステップと、

作業対象の目標形状を示す設計面の位置情報と、前記バケットの刃先の位置とに基づいて、前記刃先の幅方向における位置の中で前記設計面への最近接位置と前記設計面との間の距離を算出するステップと、

前記設計面と前記バケットの刃先との位置関係を示す画像と、前記最近接位置と前記設計面との間の距離を示す情報とを含む案内画面を表示するステップと、

を備える油圧ショベルの表示システムの制御方法。

[図1]

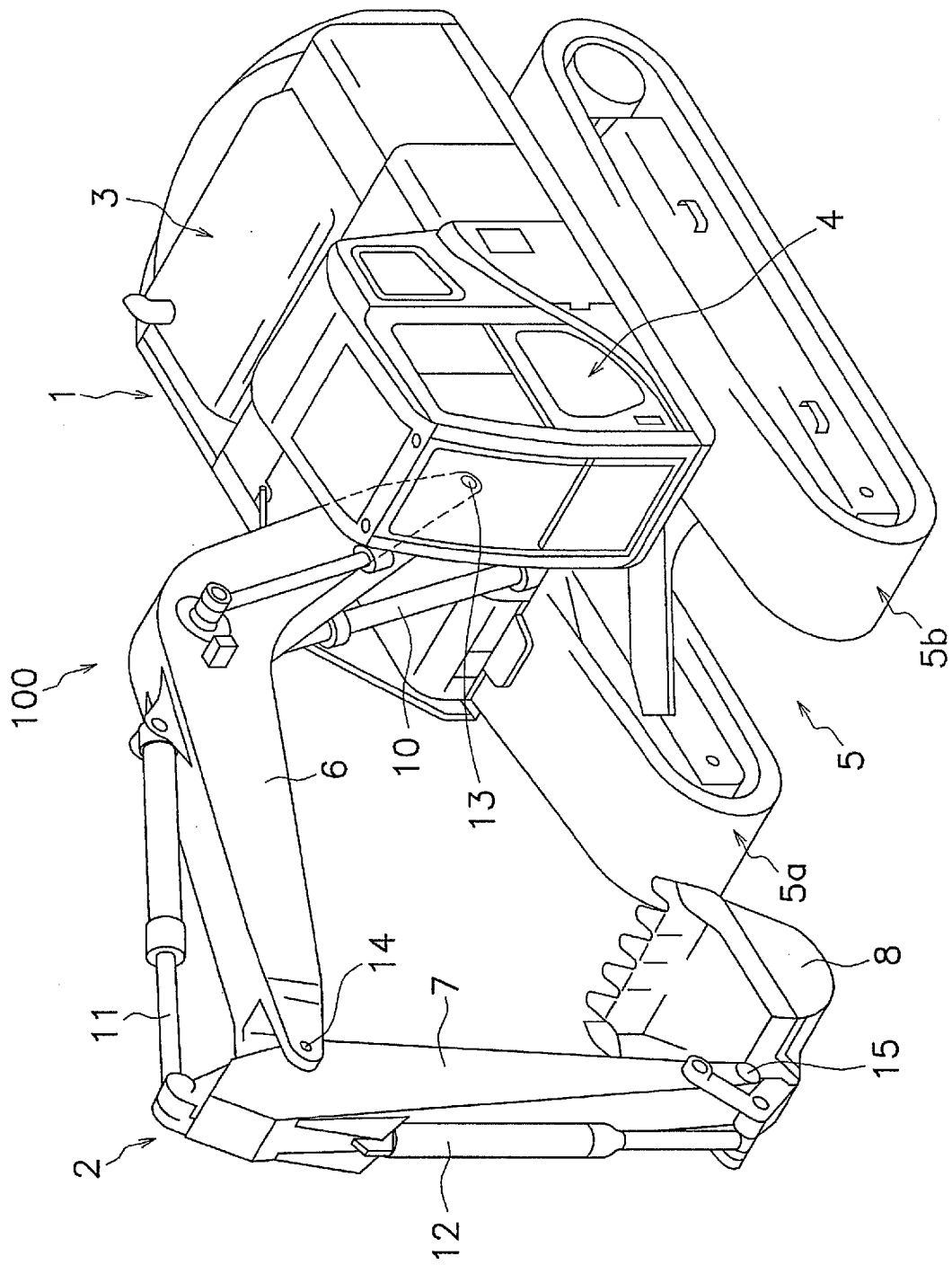
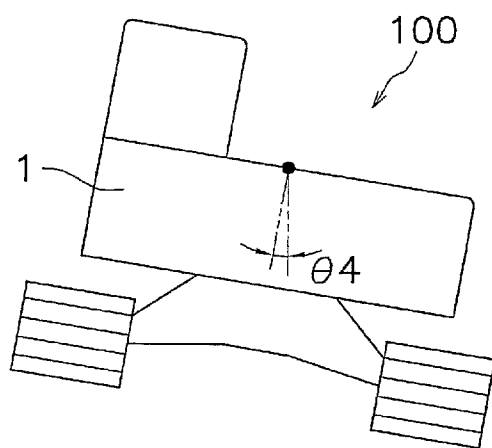
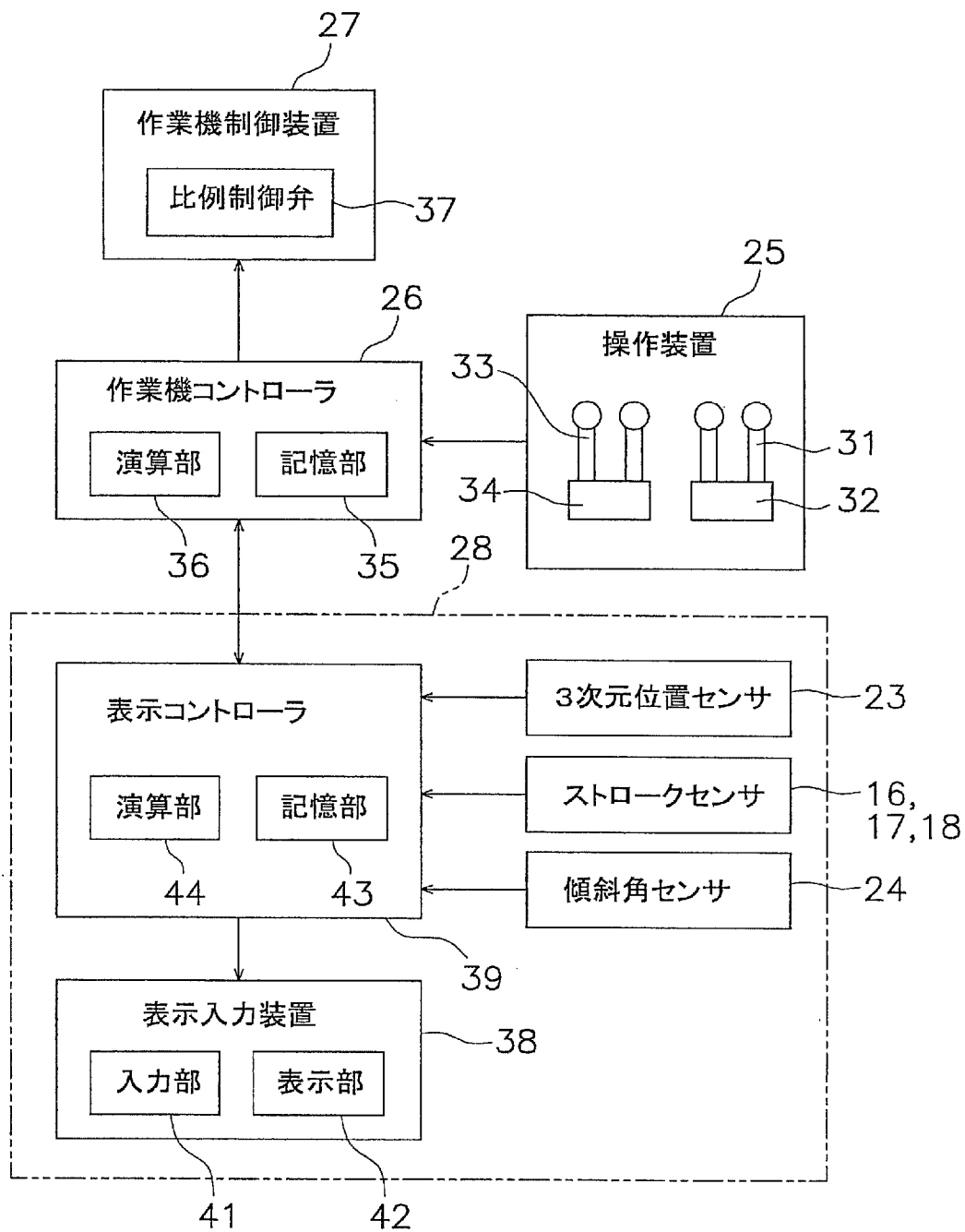


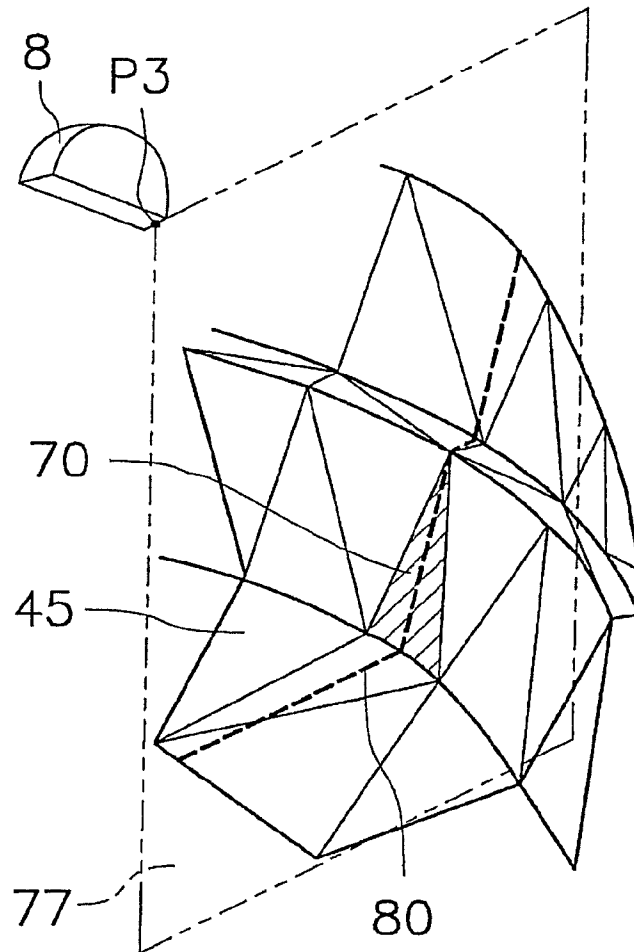
Figure 1 consists of two schematic diagrams, (a) and (b), illustrating a robot arm. Diagram (a) is a side view showing the arm's segments and joints. Segment 1 is the base, connected to segment 6 at joint 14. Segment 6 is connected to segment 7 at joint 15. The end effector is labeled 16. Angles θ_1 , θ_2 , and θ_3 are indicated at the joints. Diagram (b) is a top-down view showing the arm's segments and joints. Segment 1 is the base, connected to segment 6 at joint P1. Segment 6 is connected to segment 7 at joint P2. The end effector is labeled 19. A base 100 is shown.



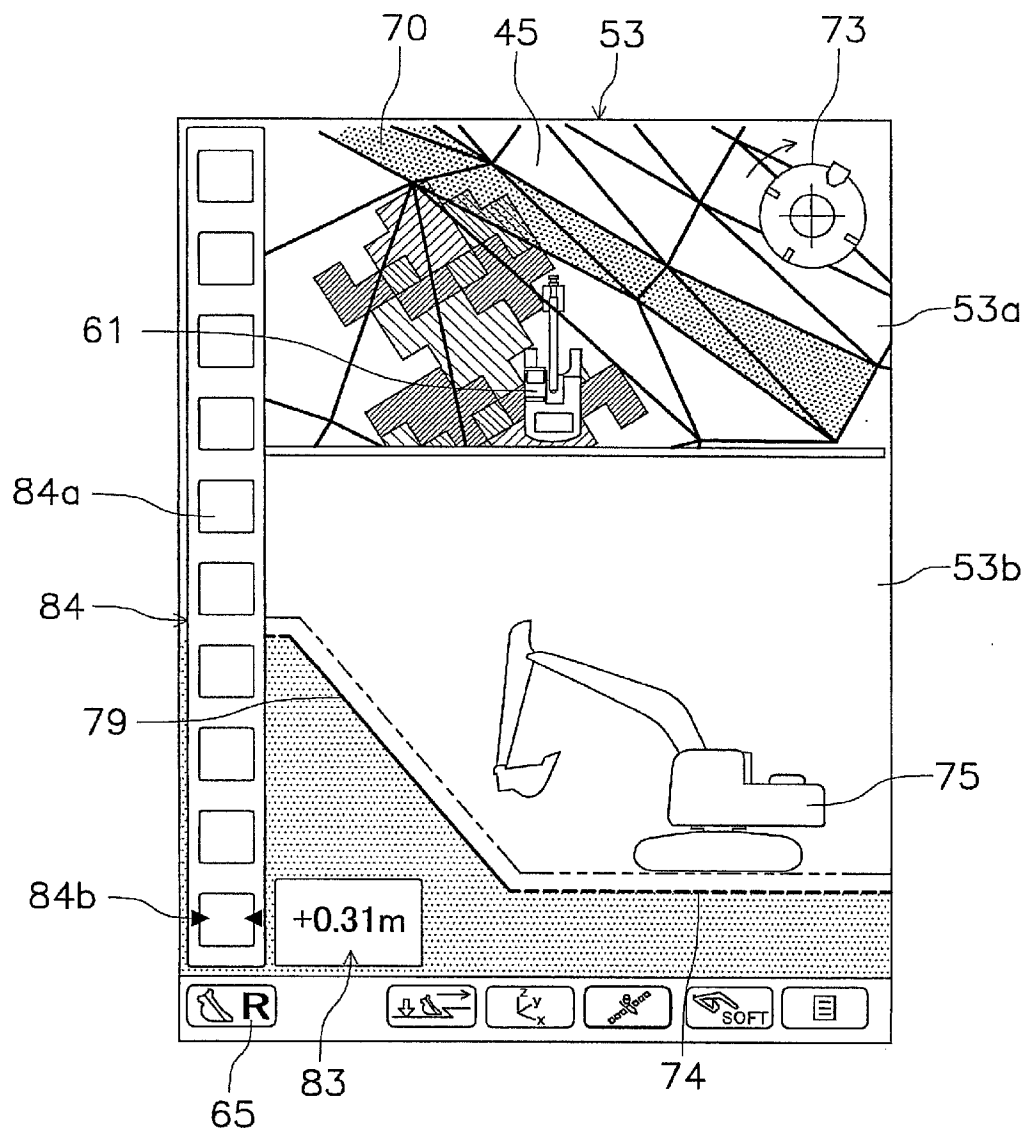
[図3]



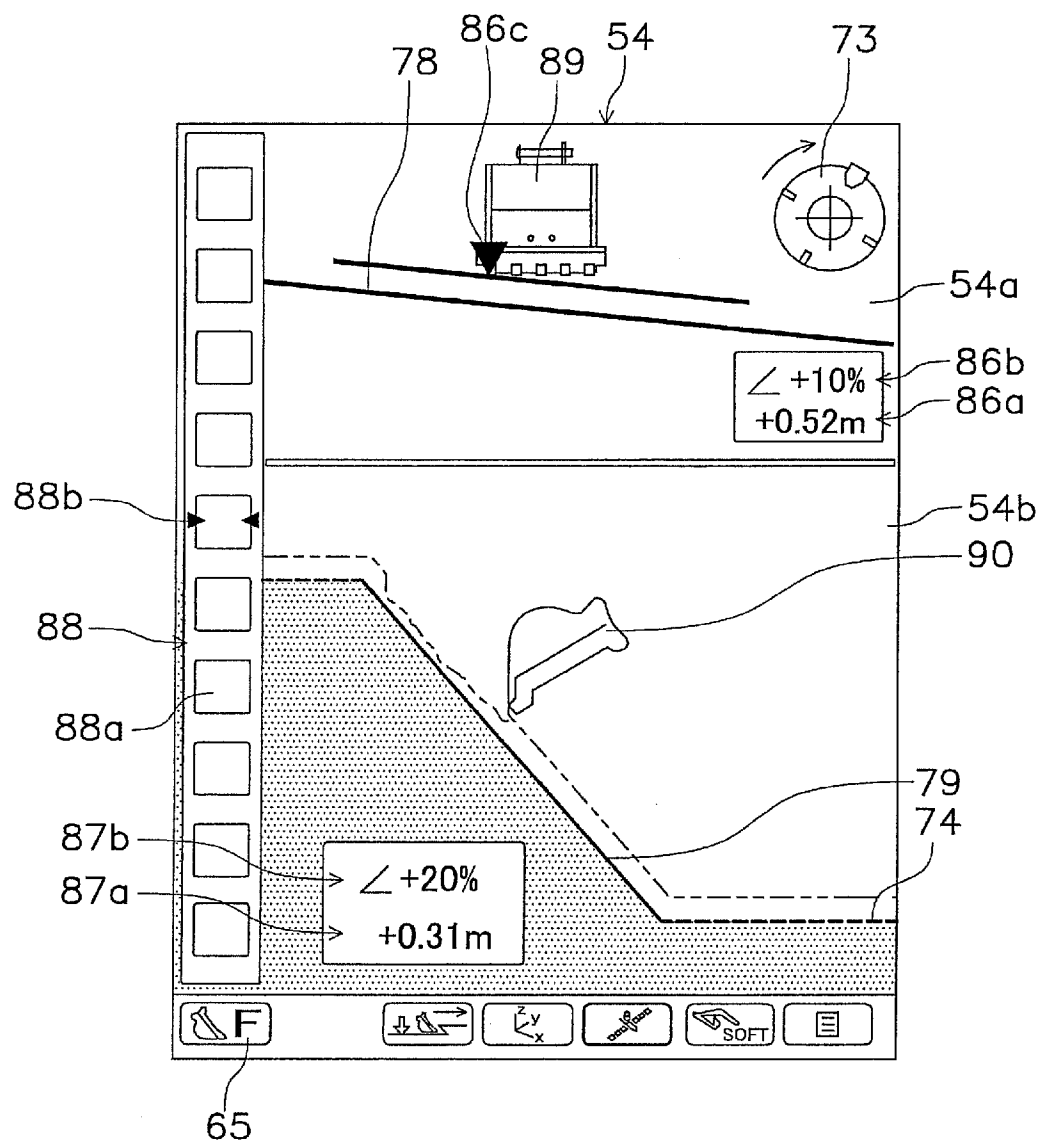
[図4]



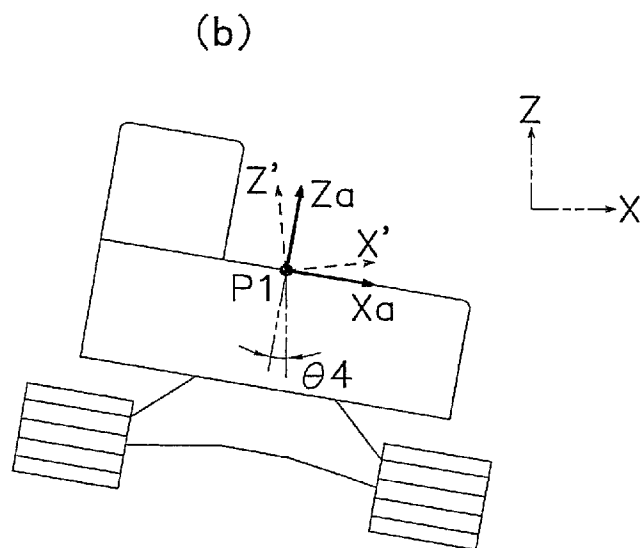
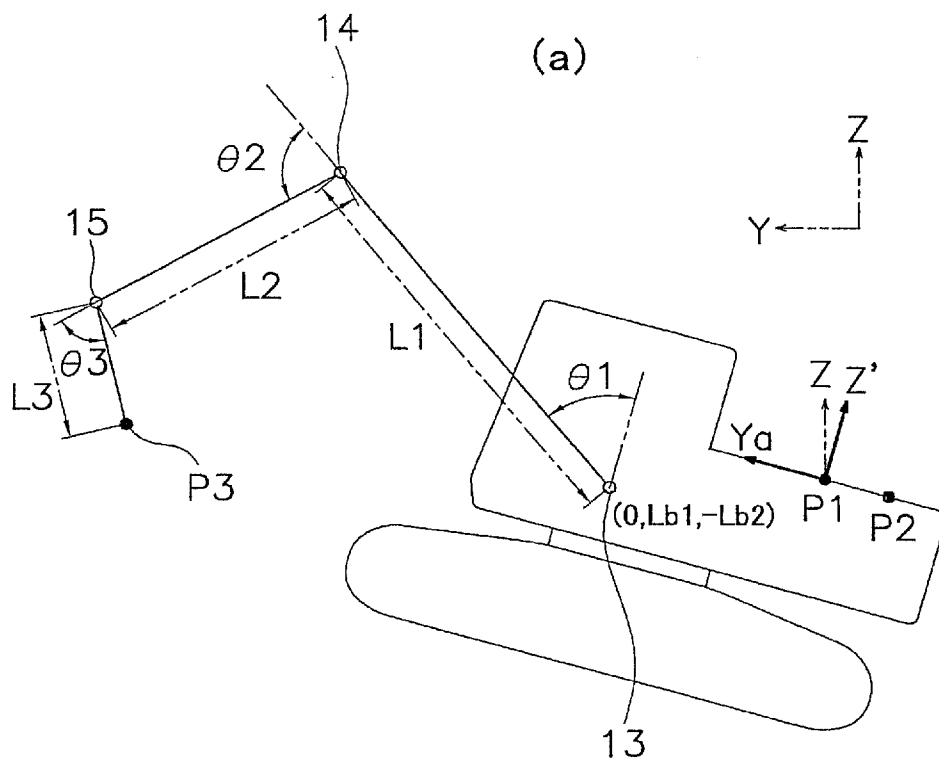
[図5]



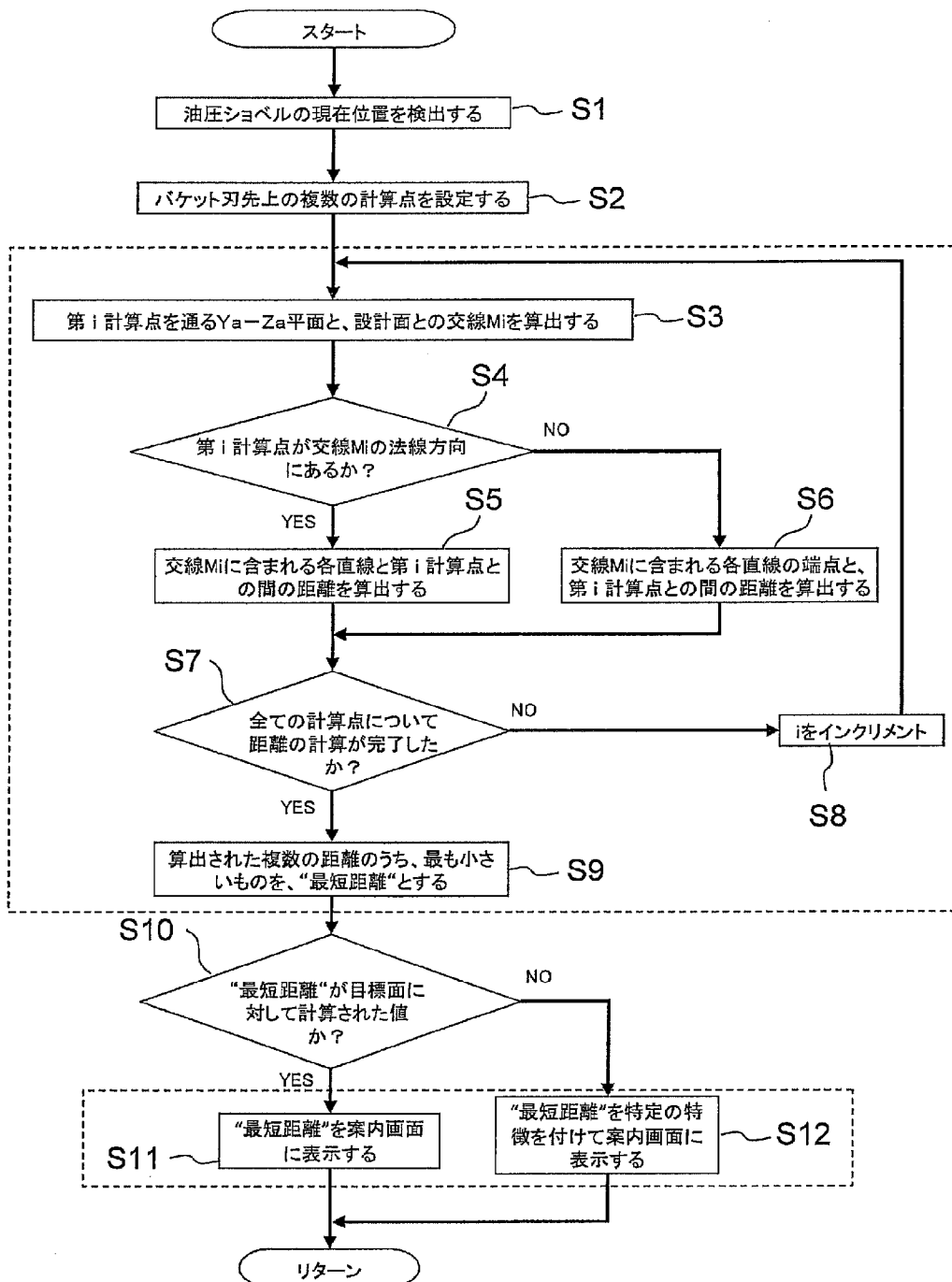
[図6]



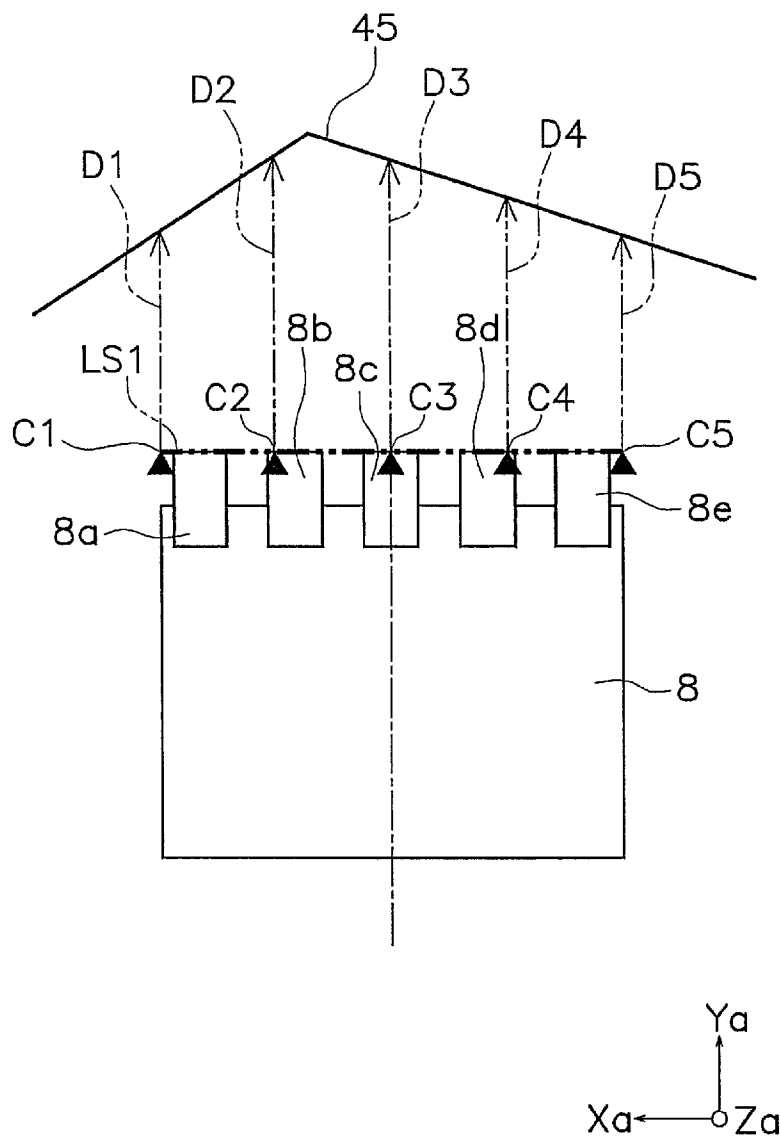
[図7]



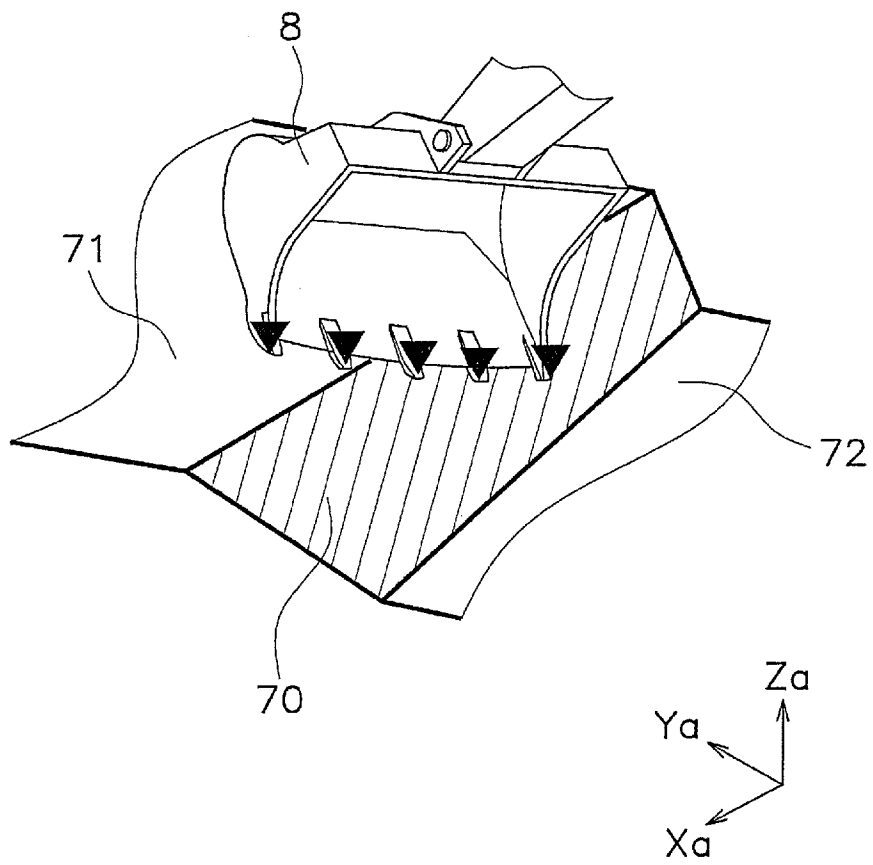
[図8]



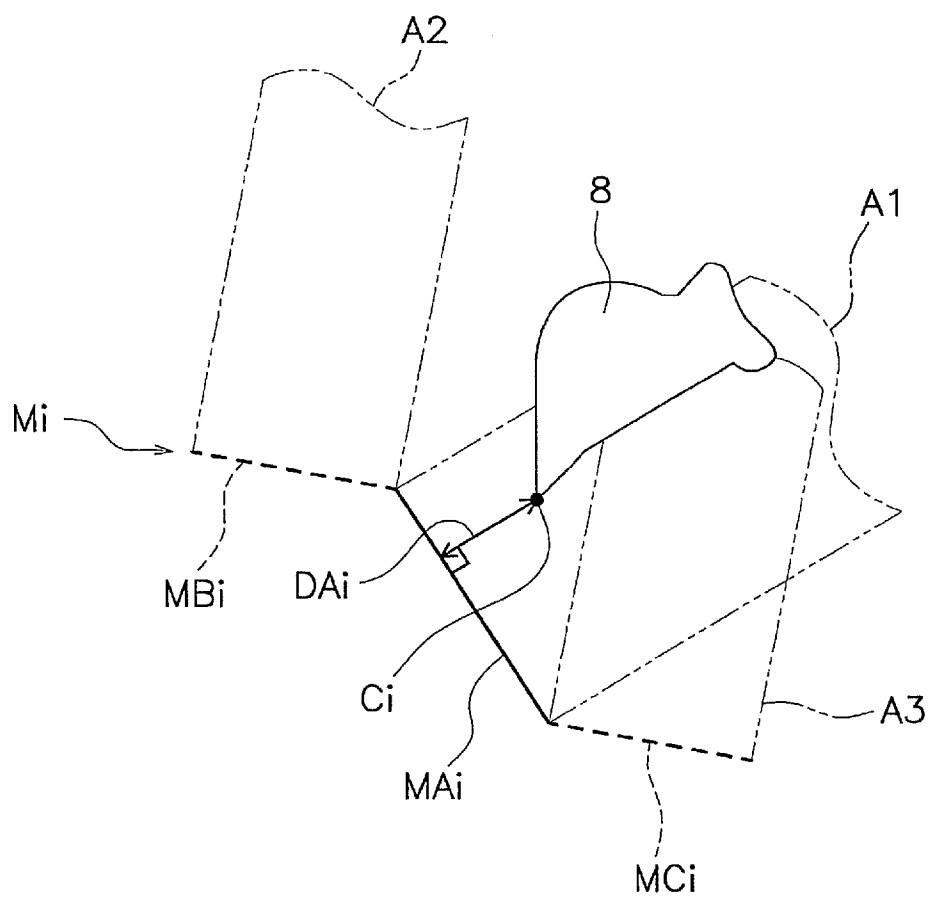
[図9]



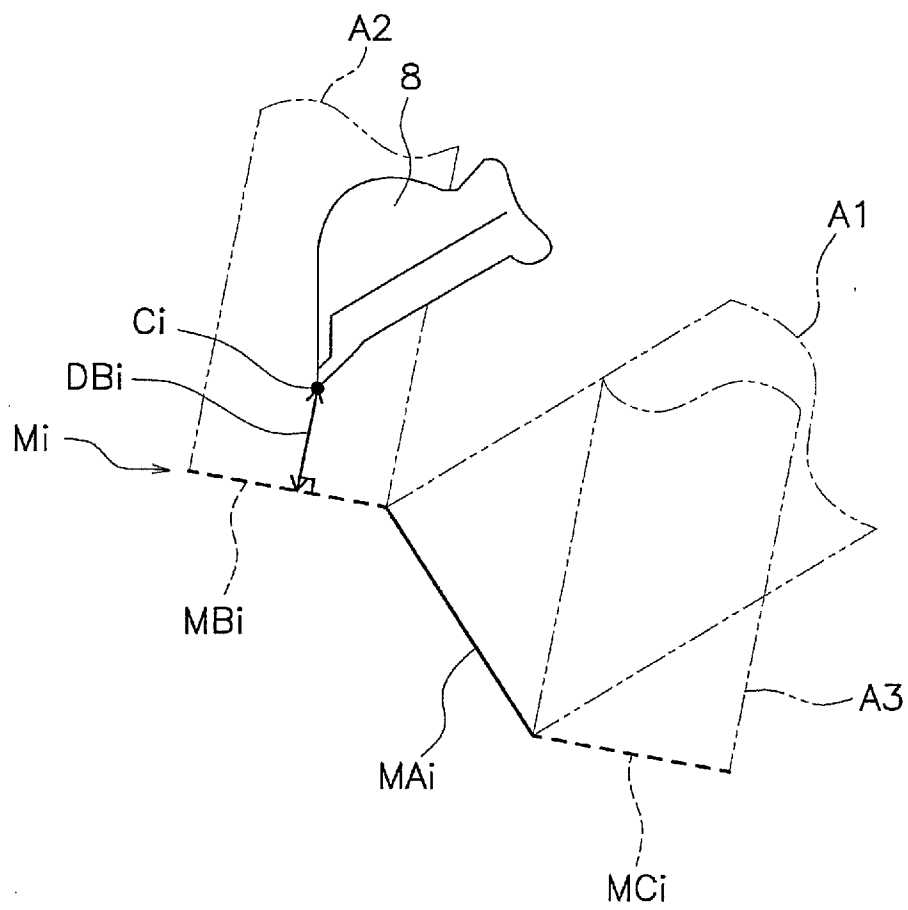
[図10]



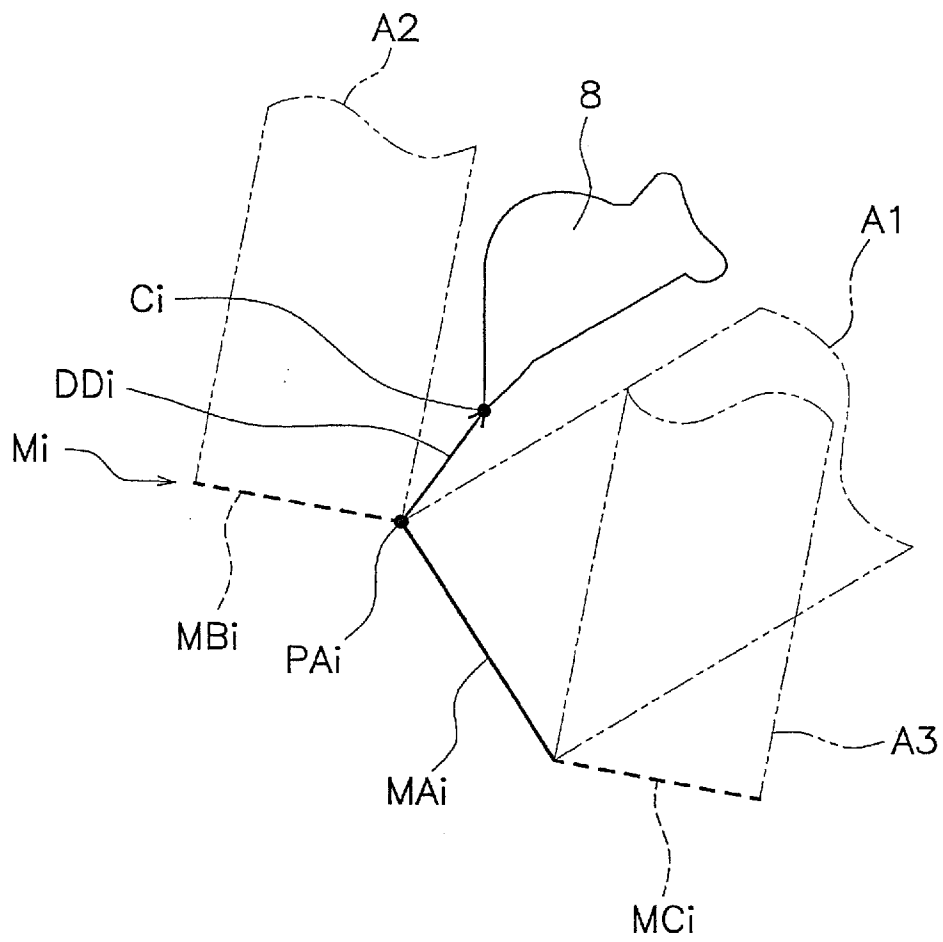
[図11]



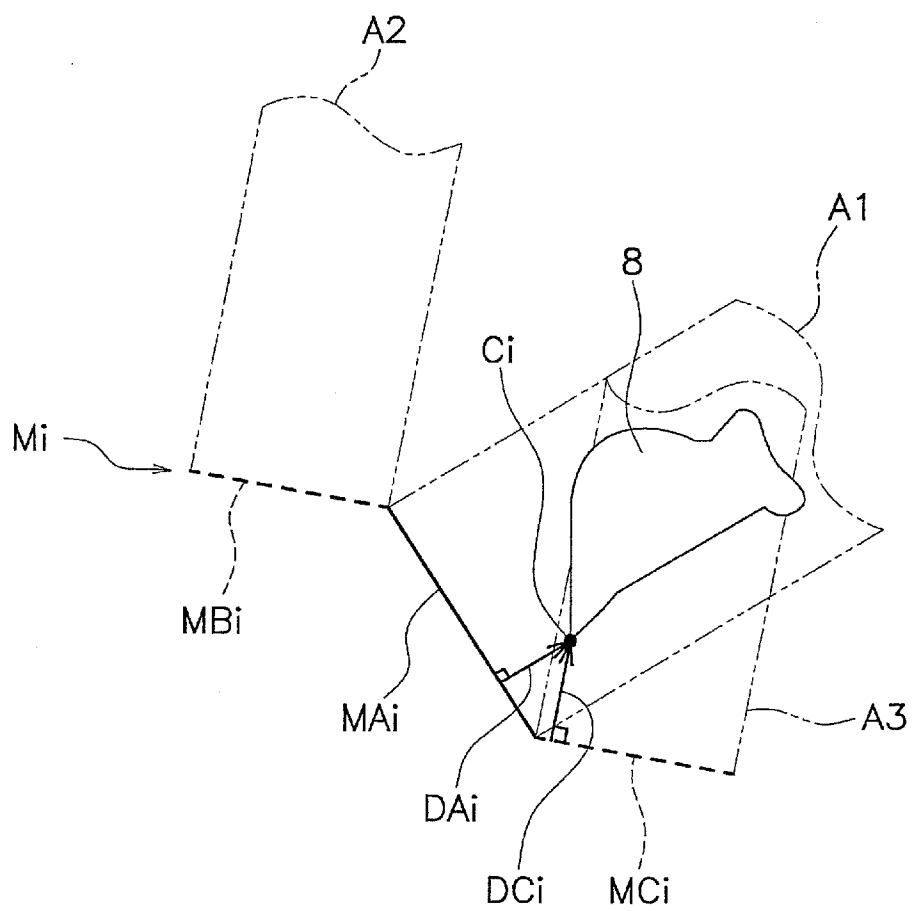
[図12]



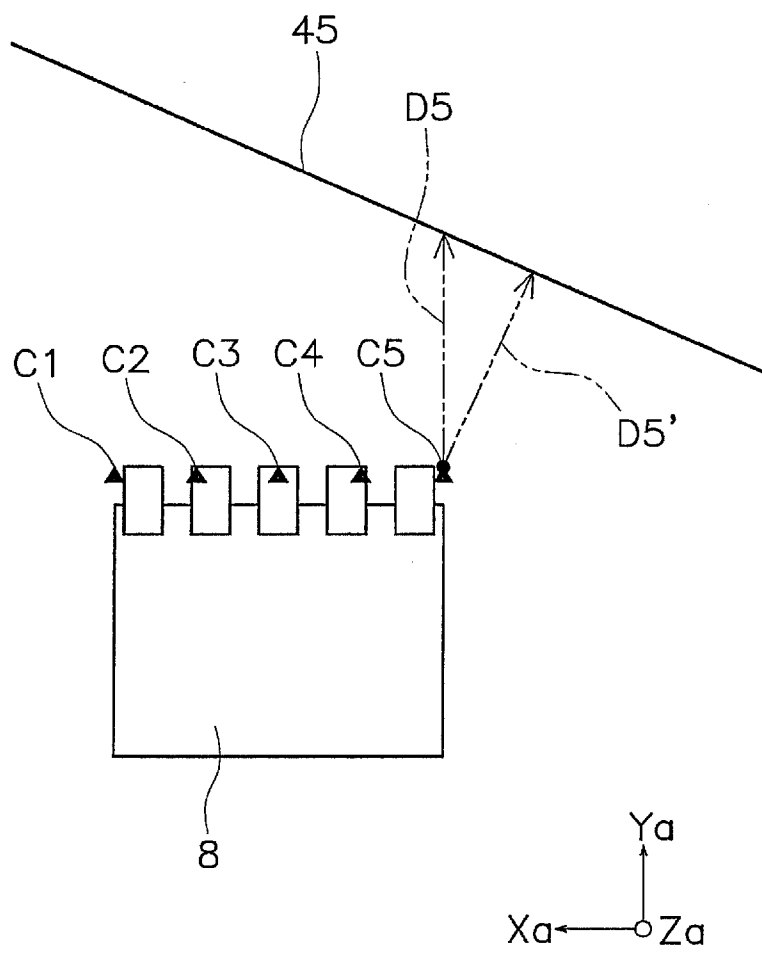
[図13]



[図14]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052829

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004/27164 A1 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 01 April 2004 (01.04.2004), entire text; all drawings & JP 2004-107925 A & JP 2004-107926 A & US 2005/0027420 A1 & EP 1541772 A1	1-12
A	JP 2001-98585 A (Komatsu Ltd.), 10 April 2001 (10.04.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2006-214246 A (Aoki Asunaro Kensetsu Kabushiki Kaisha), 17 August 2006 (17.08.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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
01 May, 2012 (01.05.12)Date of mailing of the international search report
15 May, 2012 (15.05.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052829

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 2004-68433 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 04 March 2004 (04.03.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. 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 (I P C))

Int.Cl. 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	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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

CiNii

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 2004/27164 A1 (日立建機株式会社) 2004.04.01, 全文, 全図 & JP 2004-107925 A & JP 2004-107926 A & US 2005/0027420 A1 & EP 1541772 A1	1-12
A	JP 2001-98585 A (株式会社小松製作所) 2001.04.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2006-214246 A (青木あすなろ建設株式会社) 2006.08.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12

☒ 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

0 1 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 5 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

須永 聡

2 D

3 2 0 1

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 2004-68433 A (日立建機株式会社) 2004.03.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12