

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年12月9日(09.12.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/246490 A1

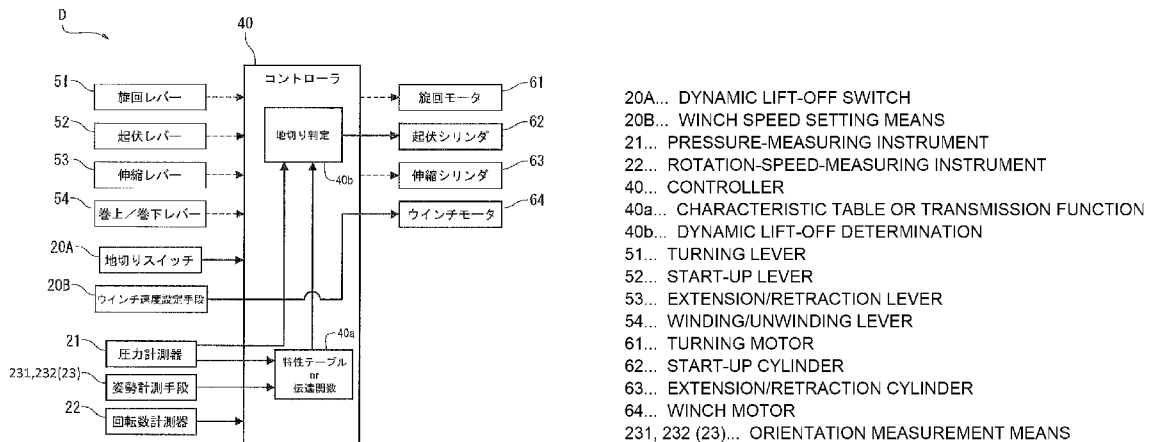
- (51) 国際特許分類:
B66C 13/46 (2006.01) B66C 23/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/021225
- (22) 国際出願日: 2021年6月3日(03.06.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-097023 2020年6月3日(03.06.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社タダノ (TADANO LTD.)
[JP/JP]; 〒7610185 香川県高松市新田町甲
3 4 番地 Kagawa (JP).
- (72) 発明者: 南 佳成 (MINAMI, Yoshimasa);
〒7610185 香川県高松市新田町甲 3 4 番地
株式会社タダノ内 Kagawa (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人鷺田国際特許事務所
(WASHIDA & ASSOCIATES); 〒1600023 東京
都新宿区西新宿 1 - 2 3 - 7 新宿ファース
ストウエスト 8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: DYNAMIC LIFT-OFF CONTROL DEVICE, AND CRANE

(54) 発明の名称: 地切り制御装置、及び、クレーン

【図3】



- 20A... DYNAMIC LIFT-OFF SWITCH
- 20B... WINCH SPEED SETTING MEANS
- 21... PRESSURE-MEASURING INSTRUMENT
- 22... ROTATION-SPEED-MEASURING INSTRUMENT
- 40... CONTROLLER
- 40a... CHARACTERISTIC TABLE OR TRANSMISSION FUNCTION
- 40b... DYNAMIC LIFT-OFF DETERMINATION
- 51... TURNING LEVER
- 52... START-UP LEVER
- 53... EXTENSION/RETRACTION LEVER
- 54... WINDING/UNWINDING LEVER
- 61... TURNING MOTOR
- 62... START-UP CYLINDER
- 63... EXTENSION/RETRACTION CYLINDER
- 64... WINCH MOTOR
- 231, 232 (23)... ORIENTATION MEASUREMENT MEANS

(57) Abstract: A dynamic lift-off control device that is mounted on a crane having a boom and a winch for winding a wire rope and that controls dynamic lift-off of a suspended load, wherein: the dynamic lift-off control device comprises a load detection unit that detects a load acting on the boom, and a control unit that controls a winding action of the winch and a hoisting action of the boom; and the control unit controls the hoisting of the boom by using a control signal, which is generated on the basis of the change over time in the value detected by the load detection unit and to which is applied a filter for dampening a frequency component in a prescribed range, to suppress swaying of the suspended load.



WO 2021/246490 A1

MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：地切り制御装置は、ブーム、及び、ワイヤロープを巻上げるウインチを有するクレーンに搭載され、吊荷の地切り制御を行う地切り制御装置であって、ブームに作用する荷重を検出する荷重検出部と、ウインチの巻上げ動作及びブームの起仰動作を制御する制御部と、を備え、制御部は、荷重検出部の検出値の時間変化に基づいて生成され、且つ、所定範囲の周波数成分を減衰させるフィルタを適用した制御信号により、ブームの起仰を制御して吊荷の揺れを抑制する。

明 細 書

発明の名称：地切り制御装置、及び、クレーン

技術分野

[0001] 本発明は、地面から吊荷を吊り上げる際の荷振れを抑制するための地切り制御装置及びクレーンに関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、ブームを備えたクレーンにおいて、地面から吊荷を吊り上げる際に、すなわち吊荷を地切りする際に、ブームに生じるたわみによって作業半径が増大することによって、吊荷が水平方向に振れる「荷振れ」が問題となっている（図1参照）。

[0003] 地切りの際の荷振れを防止することを目的として、例えば、特許文献1に記載された鉛直地切り制御装置は、エンジン回転数センサによってエンジンの回転数を検出し、ブームの起仰作動をエンジン回転数に応じた値に補正するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8-188379号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献1を含む従来の地切り制御装置は、作業半径を一定に保つために、ウインチ用のアクチュエータ及び起伏用のアクチュエータを併用して制御していた。そのため、複雑な制御となることで地切りに時間がかかってしまう、という問題があった。

[0006] そこで、本発明は、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることのできる地切り制御装置と、地切り制御装置を備えたクレーンと、を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る地切り制御装置の一態様は、
ブーム、及び、ワイヤロープを巻上げるウインチを有するクレーンに搭載され、吊荷の地切り制御を行う地切り制御装置であって、
ブームに作用する荷重を検出する荷重検出部と、
ウインチの巻上げ動作及びブームの起仰動作を制御する制御部と、を備え、
制御部は、荷重検出部の検出値の時間変化に基づいて生成され、且つ、所定範囲の周波数成分を減衰させるフィルタを適用した制御信号により、ブームの起仰を制御して吊荷の揺れを抑制する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることのできる地切り制御装置と、地切り制御装置を備えたクレーンと、を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、吊荷の荷振れについて説明する説明図である。
[図2]図2は、移動式クレーンの側面図である。
[図3]図3は、地切り制御装置のブロック図である。
[図4]図4は、地切り制御装置の全体のブロック図である。
[図5]図5は、地切り制御のブロック線図である。
[図6]図6は、帯域除去フィルタの適用に関するブロック図である。
[図7]図7は、地切り制御のフローチャートである。
[図8]図8は、地切り判定の手法について説明するグラフである。
[図9]図9は、荷重一起伏角の関係を示すグラフである。
[図10]図10は、ノッチフィルタ特性の説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る実施形態の一例について図面を参照して説明する。ただし、以下の実施形態に記載されている構成要素は例示であり、本発明の技術範囲をそれらのみ限定する趣旨のものではない。

[0011] [実施形態]

本実施形態では、移動式クレーンとしては、例えば、ラフテレーンクレーン、オールテレーンクレーン、及びトラッククレーンが挙げられる。以下、本実施形態に係る作業車両としてラフテレーンクレーンを例に説明するが、他の移動式クレーンにも、本発明に係る地切り制御装置を適用することができる。さらに、クローラクレーンやタワークレーンにも本発明に係る地切り制御装置を適用することができる。

[0012] (移動式クレーンの構成)

まず、図2を用いて、移動式クレーンの構成について説明する。本実施形態のラフテレーンクレーン1は、図2に示すように、走行機能を有する車両の本体部分となる車体10と、車体10の四隅に設けられたアウトリガ11と、車体10に水平旋回可能に取り付けられた旋回台12と、旋回台12の後方に取り付けられたブーム14と、を備えている。

[0013] アウトリガ11は、スライドシリンダを伸縮させることによって、車体10から幅方向外側にスライド張出／スライド格納可能であるとともに、ジャッキシリンダを伸縮させることによって車体10から上下方向にジャッキ張出／ジャッキ格納可能である。

[0014] 旋回台12は、旋回モータ61の動力が伝達されるピニオンギヤを有しており、このピニオンギヤが車体10に設けた円形状のギヤに噛み合うことで旋回軸を中心に回転する。旋回台12は、右前方に配置された操縦席18と、後方に配置されたカウンタウエイト19と、を有している。

[0015] さらに、旋回台12の後方には、ワイヤロープ16の巻上げ及び巻下げを行うためのウインチ13が配置されている。ウインチ13は、ウインチモータ64を正方向又は逆方向に回転させることによって、巻上げ方向（巻き取る方向）又は巻下げ方向（繰り出す方向）の2方向に回転する。

[0016] ブーム14は、基端ブーム141と（1つ又は複数の）中間ブーム142と先端ブーム143とによって入れ子式に構成されており、内部に配置された伸縮シリンダ63によって伸縮する。先端ブーム143の最先端のブーム

ヘッド144にはシーブが配置され、シーブにワイヤロープ16が掛け回されてフック17が吊下げられている。

[0017] 基端ブーム141の基端部は、旋回台12に設置された支持軸に回転自在に取り付けられている。基端ブーム141は、支持軸を回転中心として上下に起伏できる。そして、旋回台12と基端ブーム141の下面との間には、起伏シリンダ62が架け渡されている。起伏シリンダ62を伸縮することでブーム14全体が起伏する。

[0018] (制御系の構成)

次に、図3のブロック図を用いて、本実施形態の地切り制御装置Dの制御系の構成について説明する。地切り制御装置Dは、制御部としてのコントローラ40を中心として構成されている。コントローラ40は、入力ポート、出力ポート、演算装置などを有する汎用のマイクロコンピュータである。コントローラ40は、操作レバー51～54（旋回レバー51、起伏レバー52、伸縮レバー53、ウインチレバー54）からの操作信号を受けて、図示しない制御バルブを介してアクチュエータ61～64（旋回モータ61、起伏シリンダ62、伸縮シリンダ63、ウインチモータ64）を制御する。

[0019] さらに、本実施形態のコントローラ40には、地切り制御を開始又は停止するための地切りスイッチ20Aと、地切り制御におけるウインチ13の速度を設定するためのウインチ速度設定手段20Bと、ブーム14に作用する荷重を検出する荷重検出部としての圧力計測器21と、ブーム14の姿勢情報を検出するための姿勢計測手段23と、ウインチ13の回転数を計測する回転数計測器22と、が接続されている。姿勢計測手段23は、姿勢検出部の一例に該当する。

[0020] 地切りスイッチ20Aは、地切り制御の開始又は停止を指示するための入力機器である。地切りスイッチ20Aは、例えば、ラフテレーンクレーン1の安全装置に付加する構成であってよい。地切りスイッチ20Aは、操縦席18に配置されることが好ましい。

[0021] ウインチ速度設定手段20Bは、地切り制御におけるウインチ13の速度

を設定する入力機器である。ウインチ速度設定手段20Bは、あらかじめ設定された速度から適切な速度を選択する方式のものや、テンキーによって入力する方式のものがある。さらに、ウインチ速度設定手段20Bは、地切りスイッチ20Aと同様に、ラフテレーンクレーン1の安全装置に付加する構成であってよい。ウインチ速度設定手段20Bは、操縦席18に配置されることが好ましい。このウインチ速度設定手段20Bによってウインチ13の速度を調整することで、地切り制御に要する時間を調整することができる。

[0022] 荷重検出部としての圧力計測器21は、ブーム14に作用する荷重を計測する計測機器である。圧力計測器21は、例えば、起伏シリンダ62に作用する圧力を計測する圧力計である。圧力計測器21によって計測された圧力信号は、コントローラ40に伝送される。

[0023] 回転数計測器22は、ウインチ（ドラム）13の回転軸近傍に設置されて、ウインチ（ドラム）13の回転数（回転速度）を計測する。回転数計測器22によって計測された回転数（回転速度）は、コントローラ40に伝送されて、ウインチ巻上げ速度、及び、ワイヤロープの長さの計算に利用される。

[0024] 姿勢計測手段23は、ブーム14の姿勢情報を検出する計測機器であり、ブーム14の起伏角度を計測する起伏角度計231と、起伏角速度を計測する起伏角速度計232と、から構成される。具体的には、起伏角度計231は、例えば、ポテンショメータである。また、起伏角速度計232は、例えば、起伏シリンダ15に取り付けられたストロークセンサである。起伏角度計231によって計測された起伏角度信号、及び、起伏角速度計232によって計測された起伏角速度信号は、コントローラ40に伝送される。

[0025] コントローラ40は、ブーム14及びウインチ13の作動を制御する制御部である。コントローラ40は、地切りスイッチ20AがONにされることでウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、荷重検出部としての圧力計測器21によって計測された荷重の時間変化に基づいて、ブーム14の起伏角度の変化量を予測し、予測された変化量を補うようにブーム14を起仰

させる。

[0026] より具体的に言うと、コントローラ40は、制御部の一例に該当し、機能部として、特性テーブル又は伝達関数の選択機能部40aと、実際に地切りされたか否かを判定することによって地切り制御を停止させる地切り判定機能部40bと、を有している。

[0027] 特性テーブル又は伝達関数の選択機能部40aは、荷重検出部としての圧力計測器21からの圧力の初期値と、姿勢検出部としての起伏角度計231からの起伏角度の初期値と、の入力を受けて、適用する特性テーブル又は伝達関数を決定する。ここにおいて、伝達関数としては、以下のように、線形係数aを用いた関係を適用することができる。

[0028] まず、図9の荷重－起伏角のグラフに示すように、荷振れが生じないようにブーム先端位置が常に吊荷の真上にくるように調整した場合に、荷重と起伏角（先端対地角度）は線形の関係にあることがわかっている。地切り中に、時刻 t_1 から時刻 t_2 の間に荷重Load₁がLoad₂へ変化したと仮定すると、起伏角 θ と荷重Loadとの関係、起伏角 θ_1 と荷重Load₁との関係、及び起伏角 θ_2 と荷重Load₂との関係は、下記の式で表される。

[0029] [数1]

$$\begin{aligned} \text{近似式} \quad & \theta = a \cdot \text{Load} + b \\ & t_1 \quad \theta_1 = a \cdot \text{Load}_1 + b \\ & t_2 \quad \theta_2 = a \cdot \text{Load}_2 + b \end{aligned}$$

[0030] 2式の差は、差分方程式により、下記の式で表される。

[0031] [数2]

$$\begin{aligned} \theta_2 - \theta_1 &= a(\text{Load}_2 - \text{Load}_1) \\ \Delta \theta &= a \cdot \Delta \text{Load} \end{aligned}$$

[0032] 起伏角を制御するためには、下記の式で表される起伏角速度を与える必要

がある。

[0033] [数3]

$$V_{Drc} = \frac{\Delta\theta}{(t_2 - t_1)} = a \cdot \frac{\Delta Load}{\Delta t} = a \cdot \dot{L}_{Load}$$

ここで、 a は定数（線形係数）である。

すなわち、起伏角制御は、荷重の時間変化（微分）が入力になる。

[0034] 地切り判定機能部40bは、荷重検出部としての圧力計測器21からの圧力信号から計算した荷重の値の時系列データを監視し、地切りの有無を判定する。地切り判定の手法については、図8を用いて後述する。

[0035] （全体のブロック線図）

次に、図4のブロック線図を用いて、本実施形態に係る地切り制御を含む全体の要素間の入力・出力関係を詳細に説明する。まず、荷重変化算出部71において、荷重検出部としての圧力計測器21によって計測された荷重の時系列データに基づいて荷重変化が計算される。計算された荷重変化は、目標軸速度算出部72に入力される。この目標軸速度算出部72における入力・出力関係については、図5を用いて後述する。

[0036] 目標軸速度算出部72では、起伏角の初期値と、設定されたウインチ速度と、入力された荷重変化と、に基づいて、目標軸速度が算出される。目標軸速度は、ここでは、目標起伏角速度（及び、必須ではないが、目標ウインチ速度）である。算出された目標軸速度は、軸速度コントローラ73に入力される。ここまでの前半部分の制御が、本実施形態の地切り制御に関する処理である。

[0037] その後、軸速度コントローラ73、軸速度の操作量変換処理部74を経て操作量が制御対象75に入力される。この後半部分の制御は、通常の制御に関する処理であり、計測された起伏角速度に基づいてフィードバック制御されている。

[0038] (地切り制御のブロック線図)

次に、図5のブロック線図を用いて、特に地切り制御の目標軸速度算出部72における要素の入力・出力関係について説明する。まず、起伏角度の初期値が、特性テーブル／伝達関数の選択機能部81(40a)に入力される。選択機能部81では、特性テーブル(Lookup Table)又は伝達関数(式)を使用して、最も適切な定数(線形係数)aが選択される。

[0039] そして、数値微分部82において、荷重変化の数値微分(時間に関する微分)が実施されて、この数値微分の結果に定数aを乗ずることで、目標起伏角速度が計算される。すなわち、前述した(式3)の計算が実行されることで、目標起伏角速度が計算される。このように、目標起伏角速度の制御は、特性テーブル(又は伝達関数)を用いて、フィードフォワード制御されている。

[0040] (帯域除去フィルタの適用のブロック線図)

次に、図6のブロック線図を用いて、目標起伏角速度(起伏角速度目標値)に基づいて、起伏角速度制御信号を生成する際に、所定の帯域を減衰する帯域除去フィルタを適用する動作について説明する。まず、開始指令によって、第1制御信号生成部91は、ウインチ13の速度を一定の回転速度 γ_d に維持するように制御対象であるクレーン93(ウインチモータ64)に指示する。このウインチ速度制御は、計測されたロープ長に基づいてフィードバック制御される。計測されたロープ長は、他方では、地切り判定に用いられることで、フィルタ適用部95の起動のトリガーとなる。

[0041] その後、第2制御信号生成部92は、目標起伏角 θ_d と計測された起伏角速度とに基づいて、PID制御部94に目標起伏角速度を指示する。PID制御部94は、PID制御によって起伏角速度制御信号を生成する。つまり、起伏角速度制御信号は、計測された起伏角速度と目標起伏角速度との差分に基づいて生成される。この起伏角速度制御は、計測された荷重と計測された起伏角速度とに基づいてフィードバック制御される(図4、図5参照)。計測された荷重(圧力値)は、他方では、地切り判定に用いられることで、フ

フィルタ適用部 95 の起動のトリガーとなる。

[0042] そして、コントローラ 40 は、計測されたロープ長の時系列データに基づいて、又は、計測された荷重（圧力値）の時系列データに基づいて、地切りの有無を判定する。フィルタ適用部 95 は、コントローラ 40 において地切りが完了したと判定された場合に、所定の帯域を減衰する帯域除去フィルタを起伏角速度制御信号に適用する。フィルタ適用部 95 では、コントローラ 40 において地切りが完了していないと判定された場合、帯域除去フィルタを起伏角速度制御信号に適用しない。尚、フィルタ適用部 95 は、地切り完了の有無にかかわらず、起伏角速度制御信号に対して常に帯域除去フィルタを適用してもよい。

[0043] そうすると、起伏角速度制御信号を生成する際に、帯域除去フィルタ（バンドストップフィルタ）が適用される。帯域除去フィルタは、ほとんどの周波数はそのまま通すが、所定範囲の周波数成分だけを非常に低いレベルまで減衰させる周波数特性を有する。帯域除去フィルタとしては、阻止帯域が狭いノッチフィルタを用いることが好ましい。なお、以下の実施形態では、ノッチフィルタを適用した具体例について説明するが、これは一例であり、他の帯域除去フィルタを使用することもできる。

[0044] ここで、ノッチフィルタの特性を図 10 の説明図に示す。図 10 に示すように、ノッチフィルタを適用すると、中心周波数の前後で振幅が大きく減衰されるようになっている。ノッチフィルタを適用すると、中心周波数よりも低周波側で位相遅れ特性となり高周波側で位相進み特性となる。ブーム 14 の固有振動数は、ブーム 14 の状態によって異なる。ブーム 14 の状態とは、例えば、ブーム 14 の長さ及び／又はブーム 14 の伸縮パターンである。つまり、ブーム 14 の長さが同じであってもブーム 14 の伸縮パターンが異なる場合には、ブーム 14 の固有振動数は異なる。ここにおいて、移動式クレーンでは、あらかじめブーム 14 の長さごと及び／又は伸縮パターンごとに固有振動数を計算・計測しておいて、記憶しておくことが好ましい。つまり、移動式クレーンの記憶部は、ブーム 14 の長さ及び／又は伸縮パターンと対

応付けて、固有振動数を記憶していると好ましい。この固有振動数は、工場から出荷する際に、作業車両の固有振動数を実際に車両ごとに計測しておくことも好ましい。

[0045] (フローチャート)

次に、図7のフローチャートを用いて、本実施形態の地切り制御の全体の流れについて説明する。

[0046] はじめに、オペレータが地切りスイッチ20Aを押して地切り制御が開始される(START)。このとき、地切り制御のあらかじめ開始前に又は開始後に、ウインチ速度設定手段20Bを介して、ウインチ13の目標速度が設定される。そうすると、コントローラ40は、目標速度で、ウインチ制御を開始する(ステップS1)。この目標速度は、例えば、一定の速度である。

[0047] 次に、ウインチ13が巻上げられると同時に、荷重検出部としての圧力計測器21によって吊荷荷重計測(起伏シリンダ圧検出)が開始されて、コントローラ40に荷重値(圧力値)が入力される(ステップS2)。

[0048] 次に、選択機能部40aでは、荷重値(圧力値)の初期値と、姿勢検出部としての起伏角度計231からの起伏角度の初期値と、の入力を受けて、適用する特性テーブル又は伝達関数が決定される(ステップS3)。次に、コントローラ40では、適用される特性テーブル又は伝達関数と、荷重変化と、に基づいて、起伏角速度が算出される(ステップS3)。すなわち、フィードフォワード制御によって、起伏角速度制御がなされている。

[0049] 次に、後の地切り判定で利用するために、ロープ長の時系列変化が検出される(ステップS4)。具体的には、回転数計測器22によって計測された回転数と姿勢計測手段23によって計測された姿勢(起伏角度、起伏角速度、ブーム長)との計測結果がコントローラ40に入力されてロープ長が計算され、その時系列変化が監視される。

[0050] そして、コントローラ40において、計測されている荷重及び/又はロープ長の時系列データに基づいて地切りの有無が判定される(ステップS5)

。なお、判定手法については後述する。判定の結果、地切りされていない場合は（ステップS5のNO）、ステップS3へ戻って、荷重に基づくフィードフォワード制御を繰り返す（ステップS3～ステップS5）。

[0051] 判定の結果、地切りが完了している場合は（ステップS5のYES）、緩停止制御をする際に、ノッチフィルタが起動される（ステップS6）。すなわち、コントローラ40は、地切り後の起伏動作の緩停止において、起伏角速度目標値に基づいて、起伏角速度制御信号を生成する際に、ノッチフィルタ（帯域除去フィルタ）を適用する。この際、適用されるノッチフィルタは、ブーム14の長さに応じたノッチフィルタが選択される。なお、このノッチフィルタが適用されるタイミングは、地切りされたと判定された時刻から、あらかじめ定めた時間だけ、又は、所定回数の振動が計測された間だけ適用することができる。生成された起伏角速度制御信号は、次のステップS7で利用される。

[0052] 次に、ノッチフィルタが適用された後の起伏角速度制御信号を用いて、地切り制御を緩停止する（ステップS7）。すなわち、起伏シリンダ62によるブーム14の起仰動作を、速度を徐々に落としながら停止する（ステップS7）。緩停止は、例えば線形に角速度を減少させることで実現できる。ここにおいて、本実施形態では、この起伏駆動を、速度を落としながら停止する際に（すなわち、起伏角速度を緩停止する際に）、ブーム14の固有周波数を避けるように動かすことで振動が抑制されるようになる。

[0053] ここにおいて、このブーム14の固有振動数は、ブーム長さによって変わるところ、本実施形態では、計測データに基づいて関数によって表現することで、任意のブーム長さ及び／又は伸縮パターンにも対応できる。さらに、本実施形態では、ウインチ13の回転速度、及び、起伏シリンダ62の起伏角を制御しているが、ウインチ13は一定速度で操作しており、制御対象としては起伏角だけを緩停止すればよい、という点が一つの特徴である。

[0054] 最後に、ウインチモータによるウインチ13の回転駆動を、速度を落としながら停止する（ステップS8）。このようにして、地切り制御が終了する

(END)。

[0055] (地切り判定1)

次に、図8のグラフを用いて、本実施形態の地切り判定の手法について説明する。本実施形態では、コントローラ40は、地切り制御においてウインチ13を巻き上げている途中に、計測された荷重の時系列データを監視しており、この時系列データの最初の極大値を捉えて地切りしたものと判定する。

[0056] より具体的に言うと、図8に示すように、一般に、荷重データの時系列データは、地切りした次の瞬間にオーバーシュートし、さらにアンダーシュートし、その後、振動し続けるように推移する。したがって、振動の最初の山の頂点の時刻、すなわち、最初の極大値、を捉えることで、地切りしたことを判定することができる。ただし、実際には、地切りしていると判定した時刻である、最初の極大値を記録した時刻では、慣性力を受けてややオーバーシュートしている状態と考えられる。

[0057] 尚、図8に示す荷重データは、圧力計測器21の測定値又は圧力計測器21の測定値に基づいて算出した値（以下、単に「圧力計測器21の測定値」と称する。）である。つまり、圧力計測器21の測定値は、地切りした後、上下動を繰り返すように変化する（振動する）。このような圧力計測器21の測定値の変化（振動）は、ブーム14の固有振動数の影響を受ける。よって、圧力計測器21の測定値の変化（振動）に基づいて、ブーム14の固有振動数を算出することもできる。このように算出した固有振動数は、中心周波数として、既述の帯域除去フィルタ（ノッチフィルタ）に適用されてもよい。

[0058] (地切り判定2)

上述の手法とは別に、本実施形態のコントローラ40は、地切り制御において、ウインチ13を巻き上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時間変化と計測されたロープ長の時間変化に基づいて地切りを判定するように構成することもできる。

[0059] 具体的に言うと、制御部としてのコントローラ40は、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重が変化し始めた時刻のロープ長を初期ロープ長とし、ロープ長が初期ロープ長から設定した閾値より短くなったときに、地切りしたと判定するようになっている。

[0060] 若しくは、制御部としてのコントローラ40は、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重が変化し始めた時刻のロープ長の時間変化を初期巻上げ速度とし、ロープ長の時間変化である巻上げ速度が初期巻上げ速度から設定した閾値より速くなったときに、地切りしたと判定するようになっている。

[0061] (効果)

次に、本実施形態の地切り制御装置Dの奏する効果を列挙して説明する。

[0062] (1) 上述してきたように、本実施形態の地切り制御装置Dは、ブーム14と、ウインチ13と、圧力計測器21と、ブーム14及びウインチ13を制御する制御部としてのコントローラ40であって、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時間変化に基づいてブーム14の起伏角度の変化量を求め、変化量を補うようにブーム14を起仰させる、コントローラ40と、を備え、コントローラ40は、地切り後の起伏動作の緩停止において、起伏角速度目標値に基づいて起伏角速度制御信号を生成する際に、所定の帯域を減衰する帯域除去フィルタを適用する。このような構成であるから、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることのできる地切り制御装置Dとなる。

[0063] つまり、本実施形態の地切り制御装置Dでは、荷重と起伏角補量の関係が線形関係であることに着目し、荷重値の時間変化のみに基づいてフィードフォワード制御を実施することで、従来のように複雑なフィードバック制御を実施することなく、迅速に吊荷を地切りすることができる。

[0064] そして、本実施形態の地切り制御装置Dでは、特に、地切りしたと判定されて起伏角速度を緩停止する際に、ブーム長さに応じた固有振動数の関数を用いて、ブーム14の固有振動数を避けるように動かすことで振動が抑制さ

れるようになっている。具体的には、例えばブーム14の起仰速度を一時的に早くした後に遅くする程度の動作によって、緩停止しつつも振動を抑制するようになっている。

[0065] (2) また、コントローラ40は、ブーム14の長さに応じたブーム14の固有振動数に基づいて、減衰する所定の帯域を計算するようになっていることが好ましい。このような構成であれば、ブーム14の実際の固有振動数の周囲の帯域を減衰することによって、効率よく振動を抑制し、地切り制御を迅速に終了させることができる。

[0066] (3) さらに、コントローラ40は、地切りしたと判定した後に所定の時間だけ、帯域除去フィルタを適用するようになっている。このような構成であれば、地切り以外の場面で起伏角速度の位相が遅れることを防止できる。

[0067] (4) また、ブーム14の姿勢情報を検出する姿勢計測手段23をさらに備え、コントローラ40は、計測されたブーム14の姿勢の初期値と、計測された荷重の初期値と、に基づいて対応する特性テーブル又は伝達関数を選択し、特性テーブル又は伝達関数を使用して、計測された荷重の時間変化からブーム14の起伏角度の変化量を求めるようになっていることが好ましい。

[0068] このように構成すれば、地切り制御の開始時に、ウインチ13を一定速度で巻上げ、荷重変化に合わせて特性テーブル（又は伝達関数）から起伏角制御量を算出してフィードフォワード制御を実施することで、荷振れなく迅速に地切りすることができる。加えて、調整するパラメータが少なくなることで、出荷時の調整を迅速かつ容易に実施できる。

[0069] (5) さらに、コントローラ40は、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、ウインチ13を定速で巻上げるように構成されていることが好ましい。このように構成すれば、慣性力等の外乱の影響を抑制して、応答（計測された荷重値）を安定させることで、地切り判定を容易にすることができる。

[0070] (6) また、コントローラ40は、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、ウインチ13の速度を調整することによって、地切りに要する時間

を調整するように構成されていることが好ましい。このように構成すれば、吊荷の重量や環境条件に応じて適切なウインチ13の速度を選択することで、安全かつ効率よく作業することができる。

[0071] (7) さらに、本実施形態のコントローラ40は、ウインチ13を巻上げて吊荷を地切りする際に、計測された荷重の時系列データを監視し、時系列データの最初の極大値を捉えて地切りしたと判定するように構成されている。このように荷重のみに基づいて制御することによって、簡易かつ迅速に地切りを判定することができる。

[0072] (8) また、本実施形態の移動式クレーンであるラフテレーンクレーン1は、上述したいずれかの地切り制御装置Dを備えることで、荷振れを抑制しつつ、迅速に吊荷を地切りすることのできるラフテレーンクレーン1となる。

[0073] 以上、図面を参照して、本発明の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成は、この実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない程度の設計の変更は、本発明に含まれる。

[0074] 例えば、実施形態では特に説明しなかったが、ウインチ13としてメインウインチを使用して地切りする場合でも、サブウインチを使用して地切りする場合でも、本発明の地切り制御装置Dを適用することができる。

[0075] 2020年6月3日出願の特願2020-97023の日本出願に含まれる明細書、図面、及び要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明に係る地切り制御装置は、移動式クレーンに限らず、種々のクレーンに適用できる。

符号の説明

- [0077] D 地切り制御装置
- a 線形係数
 - 1 ラフテレーンクレーン
 - 10 車体
 - 12 旋回台

- 1 3 ウインチ
- 1 4 ブーム
- 1 6 ワイヤロープ
- 1 7 フック
- 2 0 A 地切りスイッチ
- 2 0 B ウインチ速度設定手段
- 2 1 圧力計測器
- 2 2 回転数計測器
- 2 3 姿勢検出手段
 - 2 3 1 起伏角度計
 - 2 3 2 起伏角速度計
- 4 0 コントローラ
 - 4 0 a 選択機能部
 - 4 0 b 地切り判定機能部
- 5 1 旋回レバー
- 5 2 起伏レバー
- 5 3 伸縮レバー
- 5 4 ウインチレバー
- 6 1 旋回モータ
- 6 2 起伏シリンダ
- 6 3 伸縮シリンダ
- 6 4 ウインチモータ
- 9 1 第1制御信号生成部
- 9 2 第2制御信号生成部
- 9 3 クレーン（制御対象）
- 9 4 P I D制御部
- 9 5 フィルタ適用部

請求の範囲

- [請求項1] ブーム、及び、ワイヤロープを巻上げるウインチを有するクレーンに搭載され、吊荷の地切り制御を行う地切り制御装置であって、
前記ブームに作用する荷重を検出する荷重検出部と、
前記ウインチの巻上げ動作及び前記ブームの起仰動作を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記荷重検出部の検出値の時間変化に基づいて生成され、且つ、所定範囲の周波数成分を減衰させるフィルタを適用した制御信号により、前記ブームの起仰を制御して前記吊荷の揺れを抑制する、
地切り制御装置。
- [請求項2] 前記フィルタは、前記ブームの長さ及び／又は前記ブームの伸縮パターンに応じた前記ブームの固有振動数を減衰させる周波数特性を有する、請求項1に記載の地切り制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、地切りが完了した後、前記制御信号に前記フィルタを適用して、前記起仰動作を停止させる、請求項1又は2に記載の地切り制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記荷重検出部の検出値における最初の極大値を検出した場合に、地切が完了したと判定する、請求項3に記載の地切り制御装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記地切り制御において、前記ウインチを定速で巻上げるように前記ウインチを制御する、請求項1～4の何れか一項に記載の地切り制御装置。
- [請求項6] 前記制御部は、
前記荷重の時間変化に基づいて前記ブームの起伏角度の変化量を算出し、
算出した前記変化量に応じた目標起伏角速度を算出し、
前記目標起伏角速度に基づいて前記制御信号を生成する、

請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の地切り制御装置。

[請求項7]

前記ブームの姿勢情報を検出する姿勢検出部を、更に備え、
前記制御部は、

前記姿勢情報の初期値及び前記荷重の初期値に基づいて対応する
特性テーブル又は伝達関数を選択し、

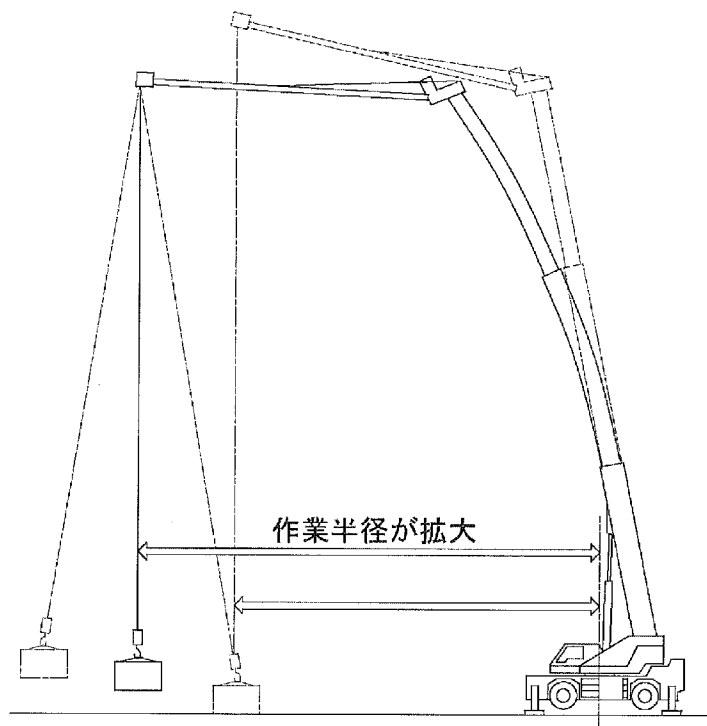
前記特性テーブル又は前記伝達関数と前記荷重の時間変化とに基
づいて、前記ブームの起伏角度の変化量を算出する、

請求項 6 に記載の地切り制御装置。

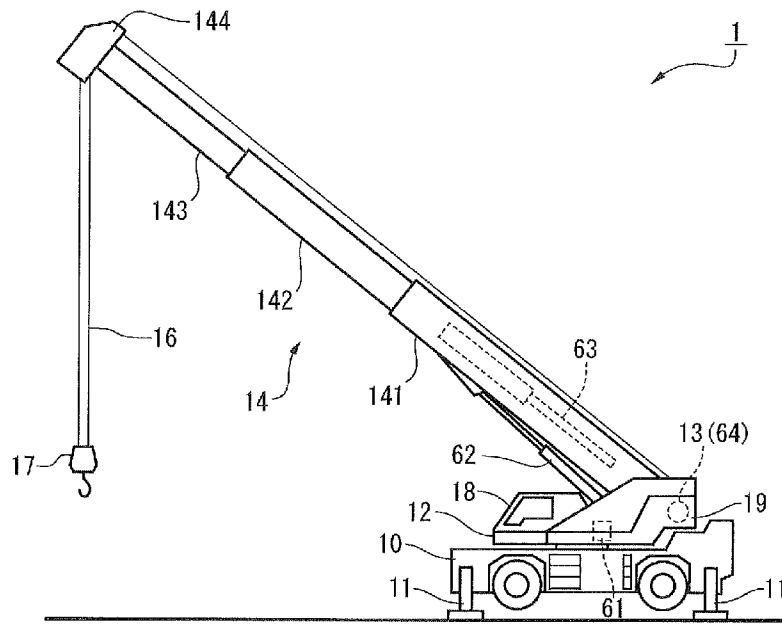
[請求項8]

請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載の地切り制御装置を備える、クレ
ーン。

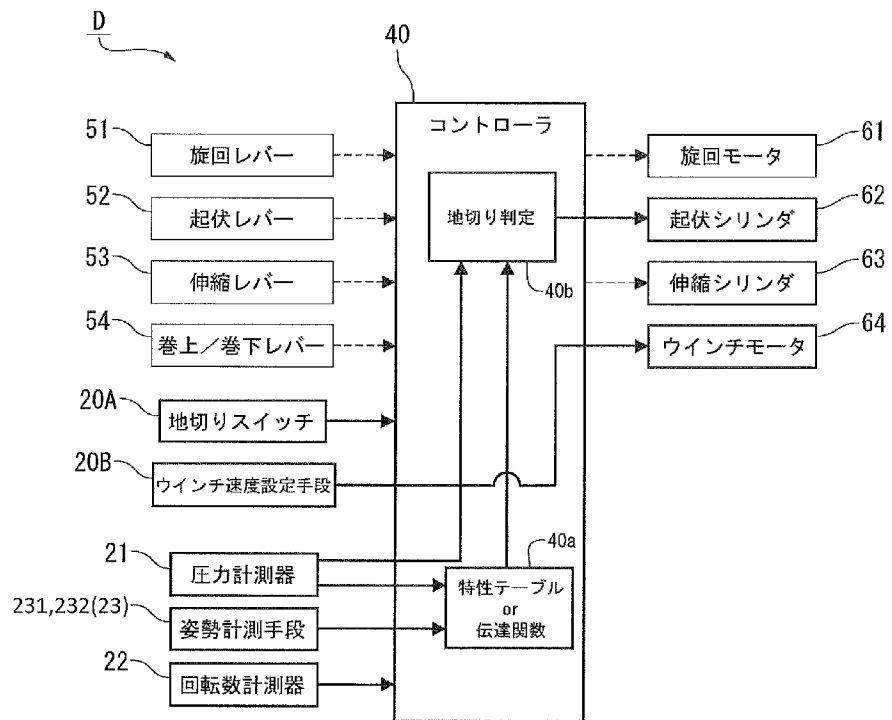
[図1]



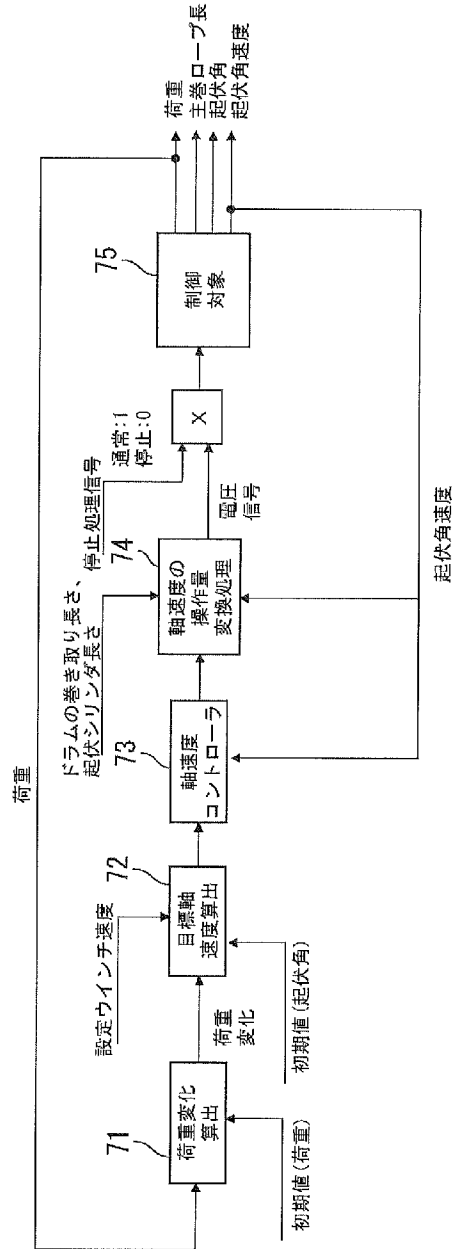
[図2]



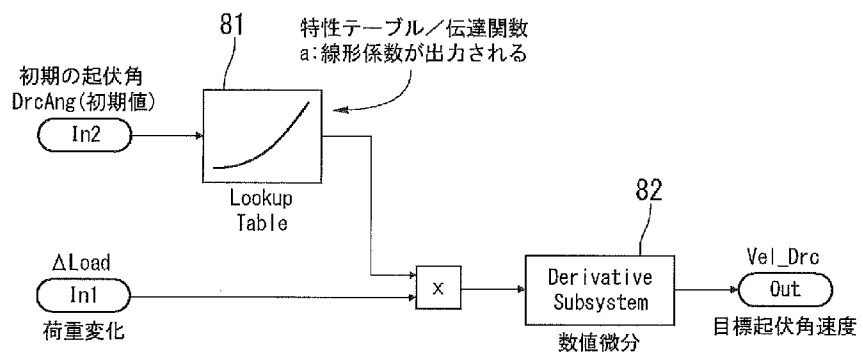
[図3]



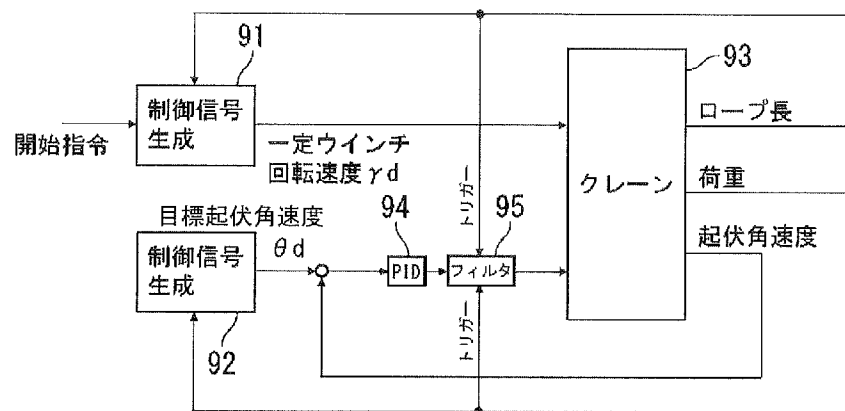
[図4]



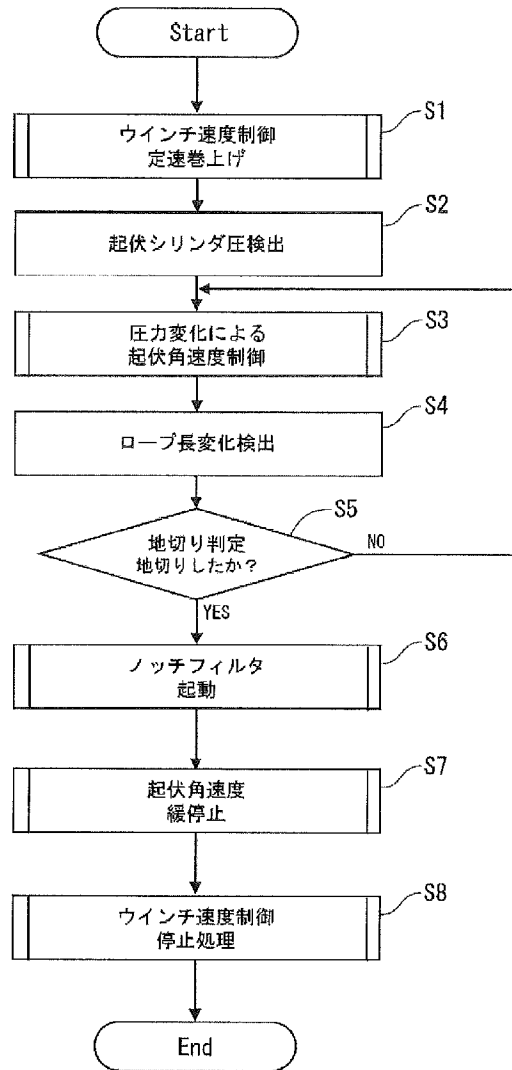
[図5]



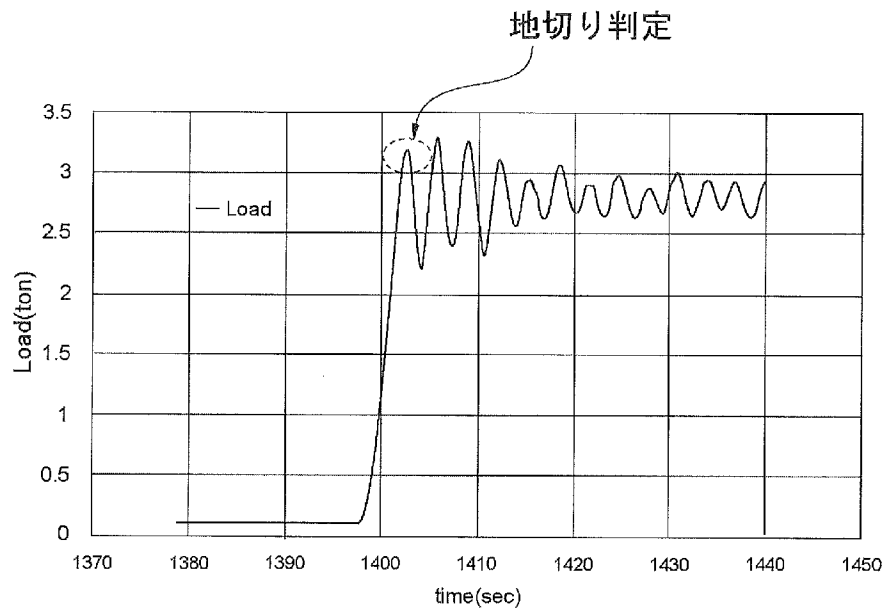
[図6]



[図7]

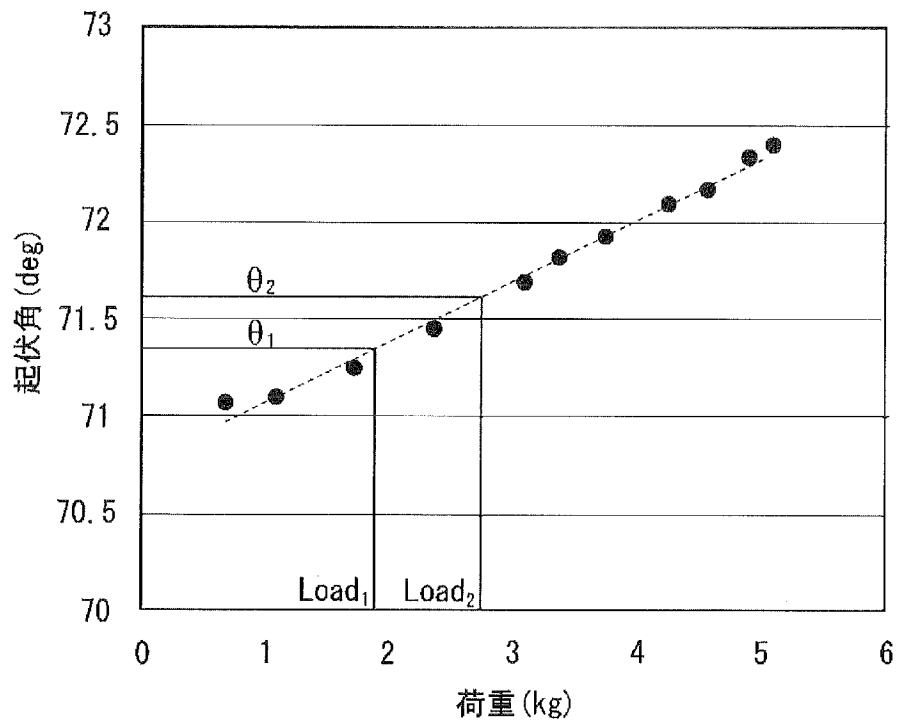


[図8]



地切り確認試験時のAML上の荷重データの変化

[図9]



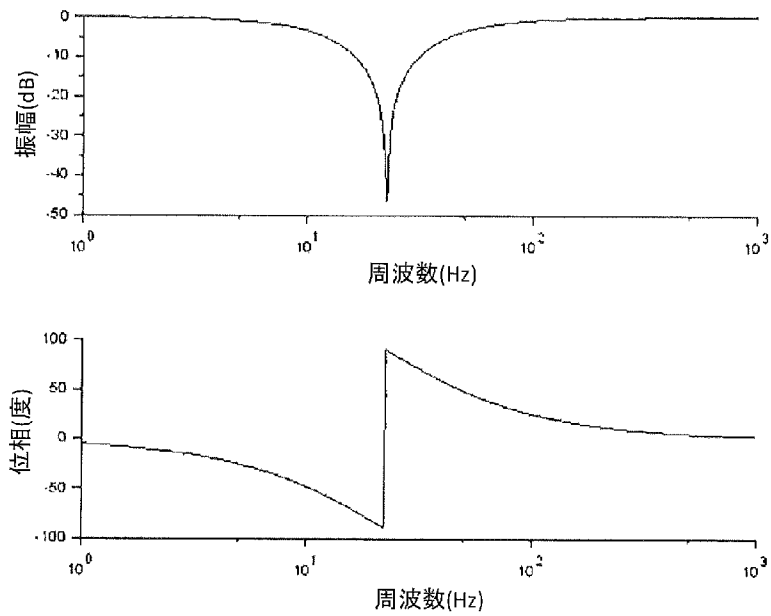
[図10]

ノッチフィルタ特性

$$\frac{s^2 + W_a^2}{s^2 + 2\zeta W_a s + W_a^2}$$

W_a : 除去する中心周波数[rad/s]

ζ : 減衰定数



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/021225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B66C 13/46(2006.01) i; B66C 23/00(2006.01) i
 FI: B66C23/00 C; B66C13/46 E

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)

B66C13/00-B66C15/06; B66C19/00-B66C23/94

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

| | |
|--|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2021 |
| Registered utility model specifications of Japan | 1996-2021 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2021 |

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | JP 1-256496 A (TADANO IRON WORKS CO., LTD.) 12 October 1989 (1989-10-12) publication gazette, page 2, lower left column, line 9 to page 4, upper left column, line 19, fig. 1-2 | 1-8 |
| Y | JP 2019-1584 A (TADANO LTD.) 10 January 2019 (2019-01-10) paragraphs [0052]-[0057], fig. 1-5 | 1-8 |
| Y | WO 2019/167893 A1 (TADANO LTD.) 06 September 2019 (2019-09-06) paragraphs [0060]-[0065], fig. 1-4 | 1-8 |
| Y | JP 2018-87069 A (TADANO LTD.) 07 June 2018 (2018-06-07) paragraph [0058], fig. 2 | 4-8 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 30 July 2021 (30.07.2021)

Date of mailing of the international search report
 10 August 2021 (10.08.2021)

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/021225

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|------------------|--|------------------|
| JP 1-256496 A | 12 Oct. 1989 | (Family: none) | |
| JP 2019-1584 A | 10 Jan. 2019 | US 2020/0031633 A1 paragraphs [0066]- [0071], fig. 1-5 WO 2018/230601 A1 EP 3640194 A1 CN 110709348 A | |
| WO 2019/167893 A1 | 06 Sep. 2019 | (Family: none) | |
| JP 2018-87069 A | 07 Jun. 2018 | (Family: none) | |

| | | |
|---|---|--------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B66C 13/46(2006.01)i; B66C 23/00(2006.01)i FI: B66C23/00 C; B66C13/46 E | | |
| 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）） B66C13/00-B66C15/06; B66C19/00-B66C23/94 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| Y | JP 1-256496 A (株式会社多田野鉄工所) 12.10.1989 (1989-10-12) 公報第2ページ左下欄第9行-同第4ページ左上欄第19行, 第1-2図 | 1-8 |
| Y | JP 2019-1584 A (株式会社タダノ) 10.01.2019 (2019-01-10) 段落0052-0057, 図1-5 | 1-8 |
| Y | WO 2019/167893 A1 (株式会社タダノ) 06.09.2019 (2019-09-06) 段落0060-0065, 図1-4 | 1-8 |
| Y | JP 2018-87069 A (株式会社タダノ) 07.06.2018 (2018-06-07) 段落0058, 図2 | 4-8 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 | “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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 | 30.07.2021 | 国際調査報告の発送日 10.08.2021 |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 八板 直人 3F 9429 電話番号 03-3581-1101 内線 3349 | |

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/021225

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|-------------------|------------|---|-----|
| JP 1-256496 A | 12.10.1989 | (ファミリーなし) | |
| JP 2019-1584 A | 10.01.2019 | US 2020/0031633 A1 段落0066-0071, 図1-5 | |
| | | WO 2018/230601 A1 | |
| | | EP 3640194 A1 | |
| | | CN 110709348 A | |
| WO 2019/167893 A1 | 06.09.2019 | (ファミリーなし) | |
| JP 2018-87069 A | 07.06.2018 | (ファミリーなし) | |