

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部走行体と、
該下部走行体に対して旋回可能に搭載された上部旋回体と、
該上部旋回体を前記下部走行体に対して旋回可能に支持する旋回機構と、
該旋回機構の駆動源として前記下部走行体に対して上部旋回体を旋回駆動させる電動機と、
前記電動機を駆動するための駆動指令を生成する旋回制御部と
を有し、
前記旋回制御部は、通常旋回モードよりも操作装置から操作量に対して前記上部旋回体の旋回動作を緩やかにするスリップ防止モードを有する電動旋回式作業機械。 10

【請求項 2】

請求項 1 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記スリップ防止モードが設定されているときには、前記旋回制御部は、操作装置からの操作量に対し、通常旋回モード時の出力指令値よりも絶対値として小さな出力指令値を生成する電動旋回式作業機械。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記出力指令値は速度指令値であるとともに、
前記旋回制御部は、前記速度指令値に加速度リミットを加算して新たな速度指令値を生成する電動旋回式作業機械。 20

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記旋回制御部は、前記速度指令値に対応した加速度リミットのパターンを有している電動旋回式作業機械。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の電動旋回式作業機械であって、
前記モードの切り替えは、手動入力により行なわれる電動旋回式作業機械。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の電動旋回式作業機械であって、
前記モードの切り替えは、自動で行なわれる電動旋回式作業機械。 30

【請求項 7】

請求項 6 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記下部走行体の地面に対する動きを検出する第 1 センサをさらに有し、
前記旋回制御部は、該第 1 センサからの検出信号に基づいて、前記下部走行体の地面に対する滑りを検出する電動旋回式作業機械。

【請求項 8】

請求項 6 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記上部旋回体の地面に対する動きを検出する第 2 センサと、前記上部旋回体の前記下部走行体に対する動きを検出する第 3 センサとをさらに有し、
前記旋回制御部は、該第 2 センサ及び該第 3 センサからの検出信号に基づいて、前記下部走行体の地面に対する滑りを検出する電動旋回式作業機械。 40

【請求項 9】

請求項 2 記載の電動旋回式作業機械であって、
前記旋回モードが前記スリップ防止モードに切り替えられると、前記旋回制御部は、前記電動機の出力トルクを抑制するように前記速度指令値を生成する電動旋回式作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、上部旋回体の駆動源として電動モータが用いられた電動旋回式作業機械に関 50

する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、作業機械は走行するための走行機構を有する下部走行体と、下部走行体に搭載された上部旋回体とを有する。上部旋回体は、旋回機構により下部旋回機構の駆動源として電動モータを用いた作業機械を「電動旋回式作業機械」と称する（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

作業機械の下部走行体の走行機構として、クローラが用いられることが多い。クローラが地面に接触することで、下部走行体はクローラを介して地面上に支えられる。作業機械が走行せずに停止している状態では、クローラと地面との間の摩擦力で下部走行体は地面に対して移動せずに停止していることができる。これにより、上部旋回体が下部走行体上で旋回する際に旋回反力が下部走行体に作用しても、下部走行体は地面に対して固定された状態を維持することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-150897号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、作業環境、作業機械の状態によっては、クローラと地面との間の摩擦力が極端に小さくなる。このような場合、上部旋回体の旋回加速時や旋回減速時に大きな反力が下部走行体に作用すると、クローラがスリップしてしまう。このため、上部旋回体の旋回時に下部走行体が回転してしまい、旋回動作を運転者が意図したとおりに行なうことができないという問題が生じる。特に、寒冷地において地面が凍っている場合には、クローラと地面との間の摩擦力が極端に小さくなる。また、鉄板の上で作業機械が操作される場合には、クローラと鉄板との間の摩擦力が小さくなるため、クローラがスリップしてしまう。特に、リフティングマグネットやグラップル等を装着している場合には、エンドアタッチメントが重たくなるため、遠心力が大きくなり、スリップし易くなる。

30

【0006】

本発明は上述の問題に鑑みなされたものであり、地面との間の摩擦力が小さくなる状況下、若しくは、遠心力が大きくなる状況下等の滑り易い状況において上部旋回体を旋回しても、下部走行体が地面に対して移動しない電動旋回式作業機械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】

【0007】

本発明の一実施態様によれば、下部走行体と、該下部走行体に対して旋回可能に搭載された上部旋回体と、該上部旋回体を前記下部走行体に対して旋回可能に支持する旋回機構と、該旋回機構の駆動源として前記下部走行体に対して上部旋回体を旋回駆動させる電動機と、前記電動機を駆動するための駆動指令を生成する旋回制御部とを有し、前記旋回制御部は、通常旋回モードよりも操作装置から操作量に対して前記上部旋回体の旋回動作を緩やかにするスリップ防止モードを有する電動旋回式作業機械が提供される。

40

【発明の効果】

【0008】

上述の発明によれば、スリップ防止モードを設けることで、下部走行体に作用する旋回反力を低減することができ、作業機械のスリップを未然に防止することができる。これにより、例えば滑り易い状況でも作業機械を問題なく操作することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図 1】本発明が適用される電動旋回式作業機械の一例の側面図である。

【図 2】図 1 に示す電動作業式作業機械の駆動系の構成を示すブロック図である。

【図 3】コントローラの旋回制御部の機能ブロック図である。

【図 4】速度指令生成処理のフローチャートである。

【図 5】加速度パターンの一例を示す図である。

【図 6】図 5 に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。

【図 7】加速度パターンの他の例を示す図である。

【図 8】図 7 に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

次に、実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0011】

図 1 は、本発明が適用される電動旋回式作業機械の一例の側面図である。

【0012】

作業機械の下部走行体 1 には、走行機構としてクローラ 1 a が設けられている。作業機械は、クローラ 1 a を駆動することで地面上を走行する。下部走行体 1 には、旋回機構 2 を介して上部旋回体 3 が搭載されている。後述のように、旋回機構 2 は電動モータにより駆動され、上部旋回体 3 を旋回させる。

【0013】

上部旋回体 3 には、ブーム 4 が取り付けられている。ブーム 4 の先端に、アーム 5 が取り付けられ、アーム 5 の先端にエンドアタッチメントとしてバケット 6 が取り付けられている。ブーム 4、アーム 5 及びバケット 6 は、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 によりそれぞれ油圧駆動される。上部旋回体 3 には、キャビン 10 が設けられ、且つエンジン等の動力源が搭載される。

【0014】

図 2 は、図 1 に示す作業機械の駆動系の構成を示すブロック図である。図 2 において、機械的動力系は二重線、高圧油圧ラインは実線（太線）、パイロットラインは破線、電気駆動・制御系は実線（細線）でそれぞれ示されている。なお、図 2 ではハイブリッド式作業機械を例示しているが、駆動方式はハイブリッド式に限られず、電動旋回機構を有する作業機械であればよい。

【0015】

機械式駆動部としてのエンジン 11 と、アシスト駆動部としての電動発電機 12 は、変速機 13 の 2 つの入力軸にそれぞれ接続されている。変速機 13 の出力軸には、油圧ポンプとしてメインポンプ 14 及びパイロットポンプ 15 が接続されている。メインポンプ 14 には、高圧油圧ライン 16 を介してコントロールバルブ 17 が接続されている。

【0016】

コントロールバルブ 17 は、作業機械における油圧系の制御を行う制御装置である。下部走行体 1 用の油圧モータ 1 A（右用）及び 1 B（左用）、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 は、高圧油圧ラインを介してコントロールバルブ 17 に接続される。

【0017】

電動発電機 12 には、インバータ 18 を介して、蓄電器としてのキャパシタを含む蓄電系 120 が接続される。蓄電系 120 には、インバータ 20 を介して電動作業要素としての旋回用電動機 21 が接続されている。旋回用電動機 21 の回転軸 21 A には、レゾルバ 22、メカニカルブレーキ 23、及び旋回変速機 24 が接続される。また、パイロットポンプ 15 には、パイロットライン 25 を介して操作装置 26 が接続される。旋回用電動機 21 と、インバータ 20 と、レゾルバ 22 と、メカニカルブレーキ 23 と、旋回変速機 24 とで負荷駆動系が構成される。

10

20

30

40

50

【0018】

操作装置26は、レバー26A、レバー26B、ペダル26Cを含む。レバー26A、レバー26B、及びペダル26Cは、油圧ライン27及び28を介して、コントロールバルブ17及び圧力センサ29にそれぞれ接続される。圧力センサ29は、電気系の駆動制御を行うコントローラ30に接続されている。

【0019】

なお、本実施形態では、下部走行体1の地面に対する移動を検出するための第1センサ40が下部走行体1に設けられている。第1センサ40は、例えばジャイロや加速度センサ等の移動あるいは運動を検出するセンサである。第1センサ40の検出信号はコントローラ30に供給される。また、本実施形態では、上部旋回体3の地面に対する移動を検出するための第2センサ42が上部旋回体3に設けられている。第2センサ42は、例えばジャイロや加速度センサ等の移動あるいは運動を検出するセンサである。第2センサ42の検出信号はコントローラ30に供給される。さらに、本実施形態では、旋回用電動機21の回転を検出するレゾルバ22が、下部走行体1に対する上部旋回体3の回転移動を検出する第3センサとして機能する。レゾルバ22の検出信号はコントローラ30に供給される。以下、レゾルバ22を第3センサ22と称することもある。

【0020】

コントローラ30は、作業機械の駆動制御を行う主制御部としての制御装置である。コントローラ30は、CPU (Central Processing Unit) 及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、CPUが内部メモリに格納された駆動制御用のプログラムを実行することにより実現される装置である。

【0021】

コントローラ30は、電動発電機12の運転制御（電動（アシスト）運転又は発電運転の切り替え）を行うとともに、蓄電系120の蓄電部の充放電制御を行う。コントローラ30は、蓄電部の充電状態、電動発電機12の運転状態（電動（アシスト）運転又は発電運転）、及び旋回用電動機21の運転状態（力行運転又は回生運転）に基づいて、蓄電部の充放電制御を行う。

【0022】

コントローラ30に設けられた旋回制御部32は、圧力センサ29から供給される信号を出力指令として速度指令に変換し、旋回用電動機21の駆動制御を行う。圧力センサ29から供給される信号は、旋回機構2を旋回させるために操作装置26を操作した場合の操作量を表す信号に相当する。本実施形態では、旋回制御部32は、圧力センサ29から供給される信号に加えて、第1センサ40、第2センサ42、レゾルバ22等からの検出信号にも基づいて、旋回用電動機21に与える速度指令を生成する。なお、本実施形態では旋回制御部32はコントローラ30に組み込まれているが、旋回駆動装置として、コントローラ30とは別に設けられてもよい。

【0023】

本実施形態では、旋回制御部32は、下部走行体1がスリップし易い状況にあるとき、又は下部走行体1がスリップした場合に、旋回反力によって下部走行体1が滑って移動しないように、旋回用電動機21の速度指令を制御する。このような制御を行なう旋回モードを「スリップ防止モード」と称する。「スリップ防止モード」ではない通常の旋回モードを「通常旋回モード」と称する。

【0024】

「通常旋回モード」と「スリップ防止モード」との間の切り替えは、作業機械の運転者等の作業者が、手動スイッチを操作して必要なときに行なうことができる。あるいは、上述の第1乃至第3センサからの検出信号から作業機械自体がスリップを検出した際に、コントローラ30が自動的に旋回モードを「スリップ防止モード」に切り替えてもよい。

【0025】

旋回モードが「スリップ防止モード」に設定されると、旋回制御部32は、旋回を開始する際及び旋回を停止する際の上部旋回体3の加速度が「通常旋回モード」における加速

度より小さくなるように旋回用電動機 21 の速度指令値を生成する。すなわち、「スリップ防止モード」では、旋回加速度及び旋回減速度を「通常旋回モード」より小さくして、下部走行体 1 に作用する旋回反力を低減することで、下部走行体 1 の地面に対するスリップを防止する。

【0026】

図 3 はコントローラ 30 の旋回制御部 32 の機能ブロック図である。図 3 には旋回モード切替部の構成も示されている。

【0027】

まず、旋回モード切替部 50 について説明する。旋回モード切替部 50 は、通常旋回モードとスリップ防止モードの切替信号を旋回制御部 32 に出力する機能を有する。この機能を実現するために、旋回モード切替部 50 は、手動自動切替スイッチ 52 を有している。

10

【0028】

手動自動切替スイッチ 52 は、「通常旋回モード」を示す信号（例えば、「0」を表す信号）を出力する端子 N と、「スリップ防止モード」を示す信号（例えば、「1」を表す信号）を出力する端子 S と、旋回モード設定部 54 から供給される信号を出力する端子 A とを有し、それら端子のいずれか一つに接続を選択的に切り替える。手動自動切替スイッチ 52 の切り替えは、作業機械の運転者等が手動で行なう。

【0029】

したがって、手動自動切替スイッチ 52 の接続が端子 N に切り替えられている場合、「通常旋回モード」を示す信号（例えば、「0」を表す信号）が手動自動切替スイッチ 52 から旋回制御部 32 に供給される。また、手動自動切替スイッチ 52 の接続が端子 S に切り替えられている場合、「スリップ防止モード」を示す信号（例えば、「1」を表す信号）が手動自動切替スイッチ 52 から旋回制御部 32 に供給される。

20

【0030】

一方、手動自動切替スイッチ 52 の接続が端子 A に切り替えられている場合（自動設定）、旋回モード設定部 54 から出力される「通常旋回モード」を示す信号（例えば、「0」を表す信号）と、「スリップ防止モード」を示す信号（例えば、「1」を表す信号）との一方が手動自動切替スイッチ 52 から旋回制御部 32 に供給される。

【0031】

スリップ検出部 56 として第 1 センサ 40 を用いた場合、スリップ検出部 56 は第 1 センサ 40 が出力する検出信号を旋回モード設定部 54 に出力する。すなわち、第 1 センサ 40 が下部走行体 1 のスリップ（移動）を検出したら、その検出信号が旋回モード設定部 54 に出力される。これを受けた旋回モード設定部 54 は、下部走行体 1 がスリップしているので、「スリップ防止モード」を示す信号を手動自動切替スイッチ 52 の端子 A に出力する。第 1 センサ 40 が下部走行体 1 のスリップ（移動）を検出していないときには、旋回モード設定部 54 は「通常旋回モード」を示す信号を手動自動切替スイッチ 52 の端子 A に出力する。

30

【0032】

このように、手動自動切替スイッチ 52 が端子 A に接続されているときは、スリップ検出部 56 の検出信号に基づいて、自動的に「通常旋回モード」を示す信号又は「スリップ防止モード」を示す信号が、旋回制御部 32 に供給される。

40

【0033】

スリップ検出部 56 を、上述の第 2 センサ 42 と第 3 センサ 22 の検出信号に基づいて検出信号を旋回モード設定部 54 に出力するよう構成としてもよい。すなわち、スリップ検出部 56 は、第 2 センサ 42 で検出した上部旋回体 3 の地面に対する移動量と、第 3 センサ（レゾルバ）で検出した上部旋回体 3 の下部走行体 1 に対する旋回移動量とを比較する。検出した移動量が等しければ（すなわち差分がゼロ近傍の所定の範囲内であれば）、下部走行体 1 にスリップは発生していないと判断し、実質的にゼロを示す信号を出力する。一方、検出した移動量が異なる場合（すなわち差分がゼロ近傍の所定の範囲を超えてい

50

る場合)、その差分だけ下部走行体 1 がスリップしていると判断し、差分に対応した値を示す信号(すなわち、ゼロ以外の信号)を出力する。

【0034】

旋回モード設定部 54 は、スリップ検出部 56 からの出力信号がゼロである場合は、「通常旋回モード」を示す信号(例えば、「0」を表す信号)を手動自動切替スイッチ 52 の端子 A に出力する。一方、旋回モード設定部 54 は、スリップ検出部 56 からの出力信号がゼロ以外である場合は、「スリップ防止モード」を示す信号(例えば、「1」を表す信号)を手動自動切替スイッチ 52 の端子 A に出力する。

【0035】

次に、旋回制御部 32 の動作について図 3 を参照しながら説明する。

10

【0036】

旋回制御部 32 は、上部旋回体 3 に備えられた旋回用電動機 21 の出力指令として旋回速度指令を生成する速度生成部 60 を有している。速度生成部 60 は、コントローラ 30 の速度指令変換部 34 から入力される速度指令入力(ωi)に基づいて速度指令出力($\omega o2$)を生成する。速度生成部 60 は、生成した速度指令出力($\omega o2$)をコントローラ 30 の速度制御部 36 に出力する。

【0037】

速度制御部 36 は、速度指令出力($\omega o2$)に基づいて電流指令を生成し、旋回用電動機 21 に供給する。旋回用電動機 21 はこの電流指令により駆動されて旋回機構 2 を駆動し、上部旋回体 3 を旋回させる。旋回用電動機 21 の回転量はレゾルバ 22 により検出され、コントローラ 30 の速度検出部 38 に供給される。速度検出部 38 は、レゾルバ 22 が検出した回転量から旋回用電動機 21 の回転速度を算出し、速度制御部 36 にフィードバックする。

20

【0038】

上述のように、旋回制御部 32 の速度指令生成部 60 は、レバー操作量から生成した速度指令による加速度が過大とならないように制限を加える機能を有している。本実施形態では、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」における旋回加速時と旋回減速時の速度指令出力($\omega o2$)に制限を加えることで、旋回加速度及び旋回減速度を「通常旋回モード」における旋回加速度及び旋回減速度より小さく抑えている。以下、加速する方向を加速度(+)とし、減速する方向を加速度(-)として説明する。

30

【0039】

速度指令生成部 60 は、一定の時間毎に周期的に速度指令出力($\omega o2$)を生成し、出力する。速度指令生成部 60 には、前回出力した速度指令出力(前周期速度指令出力($\omega o1$)と称する)が、バッファ 61 を介して入力される。速度指令生成部 60 には、速度指令変換部 34 から供給される速度指令入力(ωi)と前周期速度指令出力($\omega o1$)とから、加えるべき加速度($\alpha x1$)を算出する。レバー操作量のみに基づいて速度指令生成部 60 が出力すべき速度指令出力($\omega o2$)は、前周期速度指令出力($\omega o1$)に加速度($\alpha x1$)を加えたものとなる。しかし、本実施形態では、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときは、制限された加速度(加速度リミット(α)以下の加速度を前周期速度指令出力($\omega o1$)に加えることで、速度指令出力($\omega o2$)を算出する。なお、以下の説明では、加速度リミットパターンは、減速度リミットパターンも含むものとする。

40

【0040】

加速度リミット(α)は、予め設定した加速度リミットパターンから抽出される。具体的には、加速中に速度指令生成部 60 に供給される加速度リミット α (+) は、加速度リミットパターン (+) 62 N 又は 62 S から供給される加速度リミットである。加速度リミットパターン (+) 62 N には、「通常旋回モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット(α (+))が、速度指令に対応したマップ情報として格納されており、「通常旋回モード」における加速度リミット(α (+))をスイッチ 66 の端子 N に供給する。加速度リミットパターン (+) 62 S には、「スリップ防止モード」が設定され

50

ているときに出力すべき加速度リミット ($\alpha (+)$) が、速度指令に対応したマップ情報として格納されており、「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (+)$) をスイッチ 66 の端子 S に供給する。

【0041】

スイッチ 66 には、上述の旋回モード切替部 50 の手動自動切替スイッチ 52 から信号が与えられている。手動自動切替スイッチ 52 からの信号が、「通常旋回モード」を示す信号（例えば、「0」を表す信号）であると、スイッチ 66 は端子 N に切り換えられ、「通常旋回モード」において用いられる加速度リミットパターン (+) 62 N からの加速度リミット ($\alpha (+)$) の値がスイッチ 66 から出力され、速度指令生成部 60 に供給される。手動自動切替スイッチ 52 からの信号が、「スリップ防止モード」を示す信号（例えば、「1」を表す信号）であると、スイッチ 66 は端子 S に切り換えられ、「スリップ防止モード」において用いられる加速度リミットパターン (+) 62 S からの加速度リミット ($\alpha (+)$) の値がスイッチ 66 から出力され、速度指令生成部 60 に供給される。

【0042】

ここで、加速度リミットパターン (+) 62 S から供給される「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (+)$) の値は、作業機械が滑り易いところに位置していてもスリップしないように小さな値に制限された加速度である。したがって、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときには、通常値より小さな値に制限された加速度リミット ($\alpha (+)$) を用いて速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成するので、「スリップ防止モード」における旋回加速度を抑制することができる。これにより、「スリップ防止モード」における旋回開始時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制することができる、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

【0043】

一方、減速中に速度指令生成部 60 に供給される加速度リミット $\alpha (-)$ は、加速度リミットパターン (-) 64 N 又は 64 S から供給される加速度リミットである。加速度リミットパターン (-) 64 N には、「通常旋回モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット ($\alpha (-)$) が、速度情報に対応したマップ情報として格納されており、「通常旋回モード」における加速度リミット ($\alpha (-)$) をスイッチ 68 の端子 N に供給する。加速度リミットパターン (-) 64 S には、「スリップ防止モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット ($\alpha (-)$) が、速度情報に対応したマップ情報として格納されており、「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (-)$) をスイッチ 68 の端子 S に供給する。

【0044】

スイッチ 68 には、上述の旋回モード切替部 50 の手動自動切替スイッチ 52 から信号が与えられている。手動自動切替スイッチ 52 からの信号が、「通常旋回モード」を示す信号（例えば、「0」を表す信号）であると、スイッチ 68 は端子 N に切り換えられ、「通常旋回モード」において用いられる加速度リミットパターン (+) 64 N からの加速度リミット ($\alpha (-)$) の値がスイッチ 68 から出力され、速度指令生成部 60 に供給される。手動自動切替スイッチ 52 からの信号が、「スリップ防止モード」を示す信号（例えば、「1」を表す信号）であると、スイッチ 68 は端子 S に切り換えられ、「スリップ防止モード」において用いられる加速度リミットパターン (-) 64 S からの加速度リミット ($\alpha (-)$) の値がスイッチ 68 から出力され、速度指令生成部 60 に供給される。

【0045】

ここで、加速度リミットパターン (-) 64 S から供給される「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (-)$) の値は、作業機械が滑り易いところに位置していてもスリップしないように小さな値に制限された加速度である。したがって、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときには、通常値より小さな値に制限された加速度リミット ($\alpha (-)$) を用いて速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成するので、「スリップ防止モード」における旋回減速度を抑制することができる。これにより、「スリップ防止モード」における旋回停止時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制するこ

とができ、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

【0046】

ここで、速度指令出力 ($\omega o 2$) の生成処理について、図 4 を参照しながら説明する。図 4 は速度指令出力生成処理のフローチャートである。

【0047】

速度指令出力生成処理が開始されると、まず、ステップ S 1 において、旋回制御部 3 2 の速度指令生成部 6 0 は、レバー操作量のみに基づいて決定された速度指令入力 ωi から求められる加速度を加速度 ($\alpha x 1$) として算出する。所定の速度指令に応じた加速度 ($\alpha x 1$) は、速度指令入力 ωi から前周期速度指令出力 ($\omega o 1$) を減算することで求められる ($\alpha x 1 = \omega i - \omega o 1$)。

10

【0048】

次に、ステップ S 2 において、速度指令生成部 6 0 は、加速度の方向 (加速か減速か) を判定する。方向の判定は加速度 ($\alpha x 1$) の符号に基づいて行なわれる。すなわち、加速度 ($\alpha x 1$) が正の値 (+) であれば、速度が大きくなる方向を示しており、速度指令変化の方向は加速側であると判定することができる。一方、加速度 ($\alpha x 1$) が負の値 (-) であれば、速度が小さくなる方向を示しており、速度指令変化の方向は減速側であると判定することができる。

【0049】

ステップ S 2 において、加速側であると判定されると (ステップ S 2 の YES)、処理はステップ S 3 に進む。ステップ S 3 では、旋回指令生成部 6 0 は、加速度 ($\alpha x 1$) が加速度リミット ($\alpha (+)$) より大きいかなんかを判定する。このとき用いられる加速度リミット ($\alpha (+)$) は、スイッチ 6 6 の切り替え状態によって決まり、「通常旋回モード」が設定されているときは加速度リミットパターン (+) 6 2 N から出力される通常時の加速度リミット ($\alpha (+)$) である。一方、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン (+) 6 2 S から出力される加速度リミット ($\alpha (+)$) が用いられる。

20

【0050】

ステップ S 3 において加速度 $\alpha x 1$ が加速度リミット ($\alpha (+)$) より大きいと判定されると (ステップ S 3 の YES)、処理はステップ S 4 に進む。ステップ S 4 では、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、加速度リミット ($\alpha (+)$) とする。

30

【0051】

そして、ステップ S 5 において、旋回指令生成部 6 0 は、前周期速度指令出力 ($\omega o 1$) に加速度 ($\alpha x 2$) を加算することで、今回出力する速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成し、速度制御部 3 6 に供給する。

【0052】

ステップ S 3 → ステップ S 4 → ステップ S 5 の処理によれば、今回用いる加速度 ($\alpha x 2$) は、加速度リミットパターン (+) 6 2 N 又は 6 2 S から出力された加速度リミット ($\alpha (+)$) に限定される。したがって、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度 ($\alpha x 2$) は、加速度リミットパターン (+) 6 2 S から出力された通常より小さな加速度リミット ($\alpha (+)$) に限定される。これにより、「スリップ防止モード」における旋回加速時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制することができる、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

40

【0053】

一方、ステップ S 3 において加速度 $\alpha x 1$ が加速度リミット (+) より小さいと判定されると (ステップ S 3 の NO)、処理はステップ S 6 に進む。ステップ S 6 では、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、ステップ S 1 で算出した加速度 ($\alpha x 1$) に等しくする。すなわち、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、加速度リミットパターン (+) 6 2 N 又は 6 2 S から出力された加速度リミット ($\alpha (+)$) には限定せず、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) のままとする ($\alpha x 2 = \alpha x 1$)。

【0054】

50

そして、処理はステップ S 5 に進み、旋回指令生成部 6 0 は、前周期速度指令出力 ($\omega o 1$) に加速度 ($\alpha x 2$) を加算することで、今回出力する速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成し、速度制御部 3 6 に供給する。

【0055】

ステップ S 3 → ステップ S 6 → ステップ S 5 の処理によれば、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) は加速度リミットパターン (+) 6 2 N 又は 6 2 S から出力された加速度リミット ($\alpha (+)$) より小さいので、限定する必要はなく、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) をそのまま用いて速度指令出力 ($\omega o 2$) が生成される。

【0056】

一方、ステップ S 2 において、減速側であると判定されると (ステップ S 2 の NO)、処理はステップ S 7 に進む。ステップ S 7 では、旋回指令生成部 6 0 は、加速度 ($\alpha x 1$) が加速度リミット ($\alpha (-)$) より小さいか否かを判定する。このとき用いられる加速度リミット ($\alpha (-)$) は、スイッチ 6 8 の切り替え状態によって決まり、「通常旋回モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン (-) 6 4 N から出力される通常時の加速度リミット ($\alpha (-)$) である。一方、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン (-) 6 4 S から出力される加速度リミット ($\alpha (-)$) が用いられる。

【0057】

ステップ S 7 において加速度 $\alpha x 1$ が加速度リミット ($\alpha (-)$) より小さいと判定されると (ステップ S 7 の YES)、処理はステップ S 8 に進む。ステップ S 8 では、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、加速度リミット ($\alpha (-)$) とする。

【0058】

そして、処理はステップ S 5 に進み、旋回指令生成部 6 0 は、前周期速度指令出力 ($\omega o 1$) に加速度 ($\alpha x 2$) を加算することで、今回出力する速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成し、速度制御部 3 6 に供給する。

【0059】

ステップ S 7 → ステップ S 8 → ステップ S 5 の処理によれば、今回用いる加速度 ($\alpha x 2$) は、加速度リミットパターン (-) 6 4 N 又は 6 4 S から出力された加速度リミット ($\alpha (-)$) に限定される。したがって、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度 ($\alpha x 2$) は、加速度リミットパターン (-) 6 4 S から出力された通常より小さな加速度リミット ($\alpha (-)$) に限定される。これにより、「スリップ防止モード」における旋回停止時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制することができ、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

【0060】

一方、ステップ S 7 において加速度 $\alpha x 1$ が加速度リミット (-) より大きいと判定されると (ステップ S 7 の NO)、処理はステップ S 9 に進む。ステップ S 9 では、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、ステップ S 1 で算出した加速度 ($\alpha x 1$) に等しくする。すなわち、今回設定すべき加速度 ($\alpha x 2$) を、加速度リミットパターン (-) 6 4 N 又は 6 4 S から出力された加速度リミット ($\alpha (-)$) には限定せず、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) のままとする ($\alpha x 2 = \alpha x 1$)。

【0061】

そして、処理はステップ S 5 に進み、旋回指令生成部 6 0 は、前周期速度指令出力 ($\omega o 1$) に加速度 ($\alpha x 2$) を加算することで、今回出力する速度指令出力 ($\omega o 2$) を生成し、速度制御部 3 6 に供給する。

【0062】

ステップ S 7 → ステップ S 9 → ステップ S 5 の処理によれば、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) は加速度リミットパターン (-) 6 4 N 又は 6 4 S から出力された加速度リミット ($\alpha (-)$) より小さいので、限定する必要はなく、レバー操作量から求められた加速度 ($\alpha x 1$) をそのまま用いて速度指令出力 ($\omega o 2$) が生成される。

【0063】

10

20

30

40

50

次に、加速度リミットパターンについて説明する。

【0064】

図5は加速度リミットパターン(+)62N, 62S及び加速度リミットパターン(-)64N, 64Sを示す図である。図5のグラフの横軸は、速度指令値(%)を表し、速度指令値の最大値を100%としている。図5のグラフの縦軸は加速度リミットの値を表す。図5の縦軸のゼロから上側は加速側(加速度リミット(+))を示し、ゼロから下側は減速側(加速度リミット(-))を示す。

【0065】

図5の上側において、「通常旋回モード」における加速度リミットパターン(+)62Nは太い点線で示されており、「スリップ防止モード」における加速度リミットパターン(+)62Sは太い実線で示されている。また、図5の下側において、「通常旋回モード」における加速度リミットパターン(-)64Nは細い点線で示されており、「スリップ防止モード」における加速度リミットパターン(-)64Sは細い実線で示されている。

【0066】

また、図6は図5に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。図6に示す速度指令値は、実際の上部旋回体3の旋回速度に対応する。「通常旋回モード」における速度指令値の変化が点線で示され、「スリップ防止モード」における速度指令値の変化が実線で示されている。また、旋回操作レバーの操作量が二点鎖線で示されている。

【0067】

例えば、図5の加速側において、旋回操作レバーが操作されて速度指令が生成されてから、速度指令が最大値の10%となるまでは、「通常旋回モード」では加速度リミット(+)の値は $\alpha 1$ であり、「スリップ防止モード」では加速度リミット(+)の値は $\alpha s 1$ である。「スリップ防止モード」での加速度リミット(+)の値 $\alpha s 1$ は、「通常旋回モード」での加速度リミット(+)の値 $\alpha 1$ より小さく設定されている。したがって、速度指令値 ω が0~10%までの間は、「スリップ防止モード」における加速度は「通常旋回モード」における加速度より小さくなるように設定される。

【0068】

速度指令が最大値の10%を越えてから80%までの間は、「通常旋回モード」では加速度リミット(+)の値は $\alpha 2$ である。また、「スリップ防止モード」では、速度指令が最大値の10%を越えてから85%までの間(80%より僅かに大きい値まで)は、加速度リミット(+)の値は $\alpha s 2$ である。「スリップ防止モード」での加速度リミット(+)の値 $\alpha s 2$ は、「通常旋回モード」での加速度リミット(+)の値 $\alpha 2$ より小さく設定されている。したがって、速度指令値 ω が10%から80%までの間は、「スリップ防止モード」における加速度は「通常旋回モード」における加速度より小さくなるように設定される。

【0069】

以上のように、旋回操作レバーが操作されて速度指令が生成され、上部旋回体3の旋回が開始されてから、ある程度の旋回速度になるまで、あるいは最大旋回速度に到達するまでは、「スリップ防止モード」が設定されていると、旋回加速度は小さく抑えられる。これにより、上部旋回体3の旋回加速により下部旋回体1に作用する旋回反力は小さく抑えられ、下部旋回体1のスリップを抑制することができる。

【0070】

図6に示すように、速度指令値 ω が100%(最大値)まで到達する場合は、速度指令値 ω が80%(「通常旋回モード」)あるいは83%(「スリップ防止モード」)から100%となるまでは、加速度リミット(+)の値 $\alpha 3$ 及び $\alpha s 3$ は同じ値であり、それまでの $\alpha 2$ 及び $\alpha s 2$ より小さく設定される。これは、加速度が急激に減少しないように、緩やかに最大旋回速度になるようにするためである。

【0071】

操作者が旋回を停止するために旋回操作レバーを中立位置に戻すと、図4に示す速度指

10

20

30

40

50

令生成処理において、旋回動作が減速側になったと判定される。したがって、速度指令値 ω に加速度リミット（－）が加算されることとなり、速度指令値 ω は減少していく。

【0072】

「通常旋回モード」が設定されている場合は、速度指令値が80%まで減少すると、加速度リミット（－）の値は $\alpha 4$ からそれより大きな値の $\alpha 5$ に増大する。すなわち、減速度は、速度指令値が80%より小さくなると減速度が大きくなり急激にブレーキがかかった状態となる。一方、「スリップ防止モード」が設定されている場合には、速度指令値が20%になるまで、加速度リミット（－）の値は $\alpha s 4$ （ $\alpha 4$ に等しい）のままであり、減速度は「通常旋回モード」より小さくなる。すなわち、緩やかな減速に設定される。

【0073】

以上のように、旋回操作レバーが中立位置に戻されて上部旋回体3の旋回停止する際には、「スリップ防止モード」が設定されていると、ある程度の小さな旋回速度になるまで旋回減速度は小さく抑えられる。これにより、上部旋回体3の旋回減速により下部旋回体1に作用する旋回反力は小さく抑えられ、下部走行体1のスリップを抑制することができる。

【0074】

以上のように、旋回減速度を小さく抑えたままであると、旋回の停止が遅くなり、運転者が意図した旋回停止位置では停止することができずに大きくオーバーランしてしまうおそれがある。そこで、本実施形態では、「スリップ防止モード」が設定されている場合には、速度指令値が20%となった時点で、減速度を大きな値 $\alpha s 5$ に設定し、旋回停止を早めている。ただし、「通常旋回モード」では旋回指令値が30%となった時点で減速度 $\alpha 6$ に設定されるが、「スリップ防止モード」では旋回速度がより小さくなった時点、すなわち、旋回指令値が20%になった時点で減速度 $\alpha s 5$ に設定される。これにより、上部旋回体3の減速度が大きな値 $\alpha s 5$ （ $\alpha 6$ に等しい）に設定されたとき旋回反力が抑制され、下部走行体1のスリップを抑制することができる。図5に示した加速度リミットパターンは、作業機械の作業環境に応じて、種々に変更することができる。

【0075】

次に、図5に示す加速度リミットパターンの他の例について、図7及び図8を参照しながら説明する。図7は加速度リミットパターンの他の例を示す図である。図8は図7に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。

【0076】

図7に示すように、加速度を徐々に段階的に大きくしながら最大旋回速度に到達させ、また、加速度を徐々に段階的に小さくしながら所定の加速度まで到達させ、最大速度に近づいたら加速度を徐々に段階的に小さくする。このような加速度の段階的变化により、上部旋回体3の旋回速度、すなわち旋回指令値 ω は、図8に示すように滑らかに変化することとなる。したがって、加速度が変化する際に下部走行体1に作用する旋回反力を抑制することができ、下部走行体1のスリップを抑制することができる。

【0077】

図7では旋回開始から所定の旋回速度に到達するまでの加速度リミットパターンを示しているが、同様な段階的な加速度の制御は、所定の旋回速度から停止するまでの減速度リミットパターンにも適用することができる。

【0078】

本実施の形態では、変更の対象となる出力指令として速度指令を用いた例を示したが、変更の対象となる出力指令としてトルク指令値を用いてもよい。

【0079】

また、本実施形態では、エンドアタッチメントにバケットを用いた事例を示したが、リフティングマグネットやグラップル等を装着しても良い。この場合、エンドアタッチメントがバケットよりも重たくなるため、遠心力が大きくなり、スリップし易くなる。しかし、本願発明を適用することで、クローラと地面、若しくは、クローラと鉄板との間でのス

10

20

30

40

50

リップを抑制することができる。

【0080】

更に、吊り下げ式のグラップルを用いる場合においても、旋回停止時にグラップルの振幅が大きくなるという問題が発生する。この場合においても、本願発明を適用することで、旋回の出力を緩やかにでき、旋回停止時のグラップルの振幅を小さくすることができる。このように、スリップ防止モードには、振幅低減モードも含まれている。

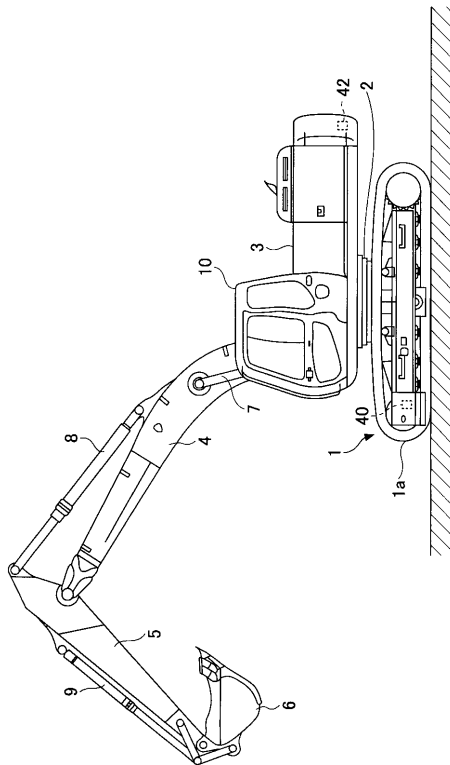
【符号の説明】

【0081】

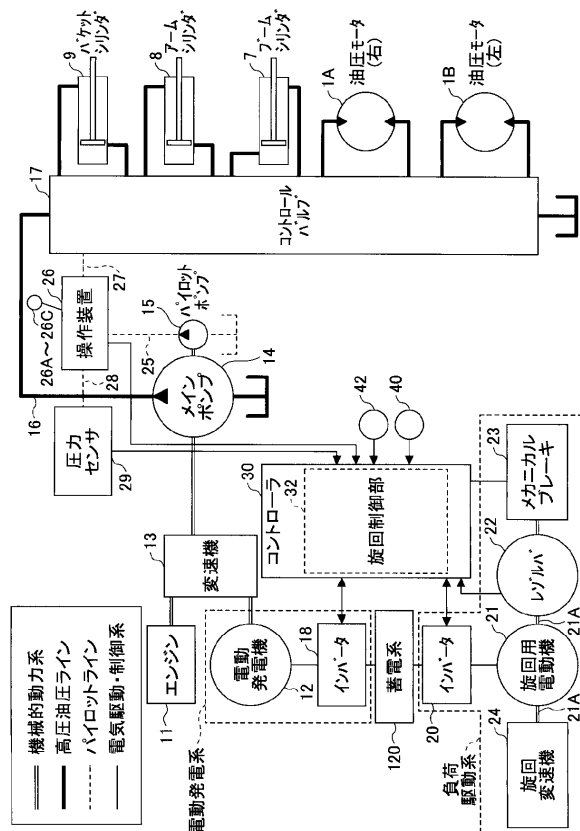
1	下部走行体	
1 a	クローラ	10
1 A、1 B	油圧モータ	
2	旋回機構	
3	上部旋回体	
4	ブーム	
5	アーム	
6	バケット	
7	ブームシリンダ	
8	アームシリンダ	
9	バケットシリンダ	
10	キャビン	20
11	エンジン	
12	電動発電機	
13	変速機	
14	メインポンプ	
15	パイロットポンプ	
16	高圧油圧ライン	
17	コントロールバルブ	
18、20	インバータ	
21	旋回用電動機	
22	レゾルバ	30
23	メカニカルブレーキ	
24	旋回変速機	
25	パイロットライン	
26	操作装置	
26 A、26 B	レバー	
26 C	ペダル	
27	油圧ライン	
28	油圧ライン	
29	圧力センサ	
30	コントローラ	40
32	旋回制御部	
34	速度指令変換部	
36	速度制御部	
38	速度検出部	
40	第1センサ	
42	第2センサ	
50	旋回モード切替部	
52	手動自動切替スイッチ	
54	旋回モード設定部	
56	スリップ検出部	50

- 60 速度指令生成部
 61 バッファ
 62 S, 62 N 加速度リミットパターン (+)
 64 S, 64 N 加速度リミットパターン (-)
 66, 68 スイッチ
 120 蓄電系

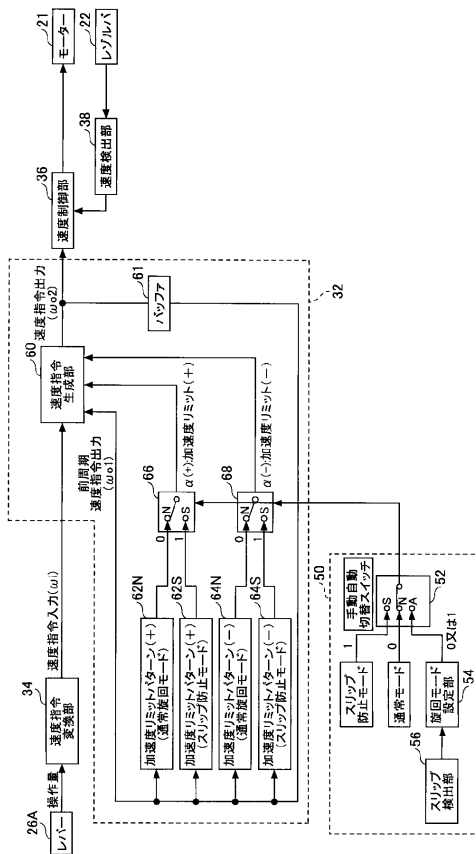
【図 1】



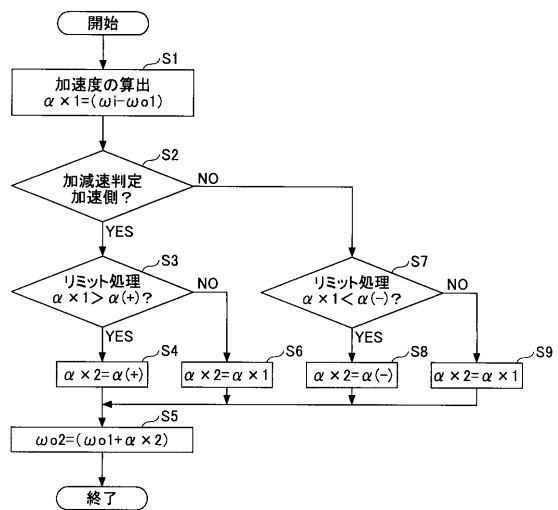
【図 2】



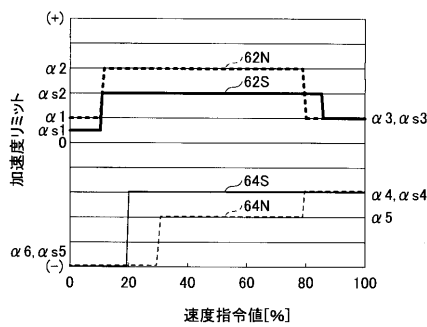
【図 3】



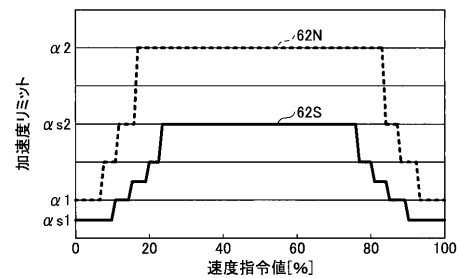
【図 4】



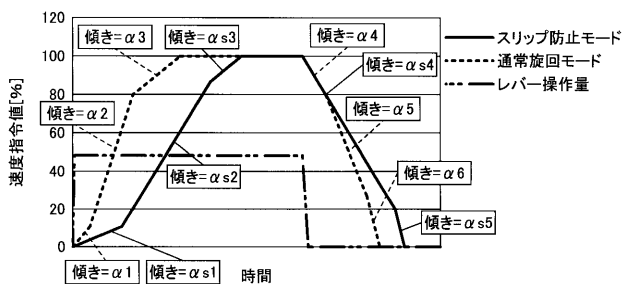
【図 5】



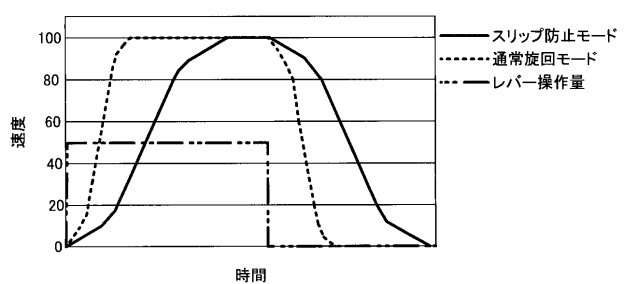
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成26年4月15日(2014.4.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部走行体と、

該下部走行体に対して旋回可能に搭載された上部旋回体と、

該上部旋回体を前記下部走行体に対して旋回可能に支持する旋回機構と、

該旋回機構の駆動源として前記下部走行体に対して上部旋回体を旋回駆動させる電動機と、

前記電動機を駆動するための駆動指令を生成する旋回制御部と

を有し、

前記旋回制御部は、通常旋回モードよりも操作装置から操作量に対して前記上部旋回体の旋回動作を緩やかにするスリップ防止モードを有する電動旋回式作業機械。

【請求項 2】

請求項 1 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記スリップ防止モードが設定されているときには、前記旋回制御部は、操作装置からの操作量に対し、通常旋回モード時の出力指令値よりも絶対値として小さな出力指令値を生成する電動旋回式作業機械。

【請求項 3】

請求項 2 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記出力指令値は速度指令値であるとともに、

前記旋回制御部は、前記速度指令値に加速度リミットを加算して新たな速度指令値を生成する電動旋回式作業機械。

【請求項 4】

請求項 3 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記旋回制御部は、前記速度指令値に対応した加速度リミットのパターンを有している電動旋回式作業機械。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の電動旋回式作業機械であって、

前記通常旋回モードと前記スリップ防止モードの切り替えは、手動入力により行なわれる電動旋回式作業機械。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の電動旋回式作業機械であって、

前記通常旋回モードと前記スリップ防止モードの切り替えは、自動で行なわれる電動旋回式作業機械。

【請求項 7】

請求項 6 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記下部走行体の地面に対する動きを検出する第 1 センサをさらに有し、

前記旋回制御部は、該第 1 センサからの検出信号に基づいて、前記下部走行体の地面に対する滑りを検出する電動旋回式作業機械。

【請求項 8】

請求項 6 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記上部旋回体の地面に対する動きを検出する第 2 センサと、前記上部旋回体の前記下部走行体に対する動きを検出する第 3 センサとをさらに有し、

前記旋回制御部は、該第 2 センサ及び該第 3 センサからの検出信号に基づいて、前記下

部走行体の地面に対する滑りを検出する電動旋回式作業機械。

【請求項 9】

請求項 3 記載の電動旋回式作業機械であって、

前記通常旋回モードが前記スリップ防止モードに切り替えられると、前記旋回制御部は、前記電動機の出力トルクを抑制するように前記速度指令値を生成する電動旋回式作業機械。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

一般的に、作業機械は走行するための走行機構を有する下部走行体と、下部走行体に搭載された上部旋回体とを有する。上部旋回体は、旋回機構の駆動源として電動モータを用いて旋回駆動される。上部旋回体の駆動源として電動モータを用いた作業機械を「電動旋回式作業機械」と称する（例えば、特許文献 1 参照）。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

本発明の一実施態様によれば、下部走行体と、該下部走行体に対して旋回可能に搭載された上部旋回体と、該上部旋回体を前記下部走行体に対して旋回可能に支持する旋回機構と、該旋回機構の駆動源として前記下部走行体に対して上部旋回体を旋回駆動させる電動機と、前記電動機を駆動するための駆動指令を生成する旋回制御部とを有し、前記旋回制御部は、通常旋回モードよりも操作装置からの操作量に対して前記上部旋回体の旋回動作を緩やかにするスリップ防止モードを有する電動旋回式作業機械が提供される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

【図 1】本発明が適用される電動旋回式作業機械の一例の側面図である。

【図 2】図 1 に示す電動旋回式作業機械の駆動系の構成を示すブロック図である。

【図 3】コントローラの旋回制御部の機能ブロック図である。

【図 4】速度指令生成処理のフローチャートである。

【図 5】加速度パターンの一例を示す図である。

【図 6】図 5 に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。

【図 7】加速度リミットパターンの他の例を示す図である。

【図 8】図 7 に示す加速度リミットパターンを用いて旋回速度を制御する際の、速度指令値の変化を示すグラフである。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

旋回制御部 32 は、上部旋回体 3 に備えられた旋回用電動機 21 の出力指令として旋回速度指令を生成する速度指令生成部 60 を有している。速度指令生成部 60 は、コントローラ 30 の速度指令変換部 34 から入力される速度指令入力 (ωi) に基づいて速度指令出力 ($\omega o2$) を生成する。速度指令生成部 60 は、生成した速度指令出力 ($\omega o2$) をコントローラ 30 の速度制御部 36 に出力する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

速度指令生成部 60 は、一定の時間毎に周期的に速度指令出力 ($\omega o2$) を生成し、出力する。速度指令生成部 60 には、前回出力した速度指令出力 (前周期速度指令出力 ($\omega o1$) と称する) が、バッファ 61 を介して入力される。速度指令生成部 60 には、速度指令変換部 34 から供給される速度指令入力 (ωi) と前周期速度指令出力 ($\omega o1$) とから、加えるべき加速度 ($\alpha x1$) を算出する。レバー操作量のみに基づいて速度指令生成部 60 が出力すべき速度指令出力 ($\omega o2$) は、前周期速度指令出力 ($\omega o1$) に加速度 ($\alpha x1$) を加えたものとなる。しかし、本実施形態では、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときは、制限された加速度 (加速度リミット (α)) 以下の加速度を前周期速度指令出力 ($\omega o1$) に加えることで、速度指令出力 ($\omega o2$) を算出する。なお、以下の説明では、加速度リミットパターンは、減速度リミットパターンも含むものとする。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

加速度リミット (α) は、予め設定した加速度リミットパターンから抽出される。具体的には、加速中に速度指令生成部 60 に供給される加速度リミット ($\alpha (+)$) は、加速度リミットパターン (+) 62N 又は 62S から供給される加速度リミットである。加速度リミットパターン (+) 62N には、「通常旋回モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット ($\alpha (+)$) が、速度指令に対応したマップ情報として格納されており、「通常旋回モード」における加速度リミット ($\alpha (+)$) をスイッチ 66 の端子 N に供給する。加速度リミットパターン (+) 62S には、「スリップ防止モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット ($\alpha (+)$) が、速度指令に対応したマップ情報として格納されており、「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (+)$) をスイッチ 66 の端子 S に供給する。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

ここで、加速度リミットパターン (+) 62S から供給される「スリップ防止モード」における加速度リミット ($\alpha (+)$) の値は、作業機械が滑り易いところに位置していてもスリップしないように小さな値に制限された加速度である。したがって、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときには、通常の値より小さな値に制限された加速度リミット ($\alpha (+)$) を用いて速度指令出力 ($\omega o2$) を生成するので、「スリップ防止モード」における旋回加速度を抑制することができる。これにより、「

スリップ防止モード」における旋回開始時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制することができ、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

一方、減速中に速度指令生成部 60 に供給される加速度リミット $(\alpha(-))$ は、加速度リミットパターン $(-)$ 64N 又は 64S から供給される加速度リミットである。加速度リミットパターン $(-)$ 64N には、「通常旋回モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット $(\alpha(-))$ が、速度情報に対応したマップ情報として格納されており、「通常旋回モード」における加速度リミット $(\alpha(-))$ をスイッチ 68 の端子 N に供給する。加速度リミットパターン $(-)$ 64S には、「スリップ防止モード」が設定されているときに出力すべき加速度リミット $(\alpha(-))$ が、速度情報に対応したマップ情報として格納されており、「スリップ防止モード」における加速度リミット $(\alpha(-))$ をスイッチ 68 の端子 S に供給する。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

ここで、加速度リミットパターン $(-)$ 64S から供給される「スリップ防止モード」における加速度リミット $(\alpha(-))$ の値は、作業機械が滑り易いところに位置していてもスリップしないように小さな値に制限された加速度である。したがって、速度指令生成部 60 は、「スリップ防止モード」が設定されているときには、通常値より小さな値に制限された加速度リミット $(\alpha(-))$ を用いて速度指令出力 $(\omega o 2)$ を生成するので、「スリップ防止モード」における旋回減速度を抑制することができる。これにより、「スリップ防止モード」における旋回停止時に下部走行体 1 に作用する旋回反力を抑制することができ、下部走行体 1 のスリップを抑制することができる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

ステップ S2 において、加速側であると判定されると（ステップ S2 の YES）、処理はステップ S3 に進む。ステップ S3 では、速度指令生成部 60 は、加速度 $(\alpha x 1)$ が加速度リミット $(\alpha(+))$ より大きいかなんかを判定する。このとき用いられる加速度リミット $(\alpha(+))$ は、スイッチ 66 の切り替え状態によって決まり、「通常旋回モード」が設定されているときは加速度リミットパターン $(+)$ 62N から出力される通常時の加速度リミット $(\alpha(+))$ である。一方、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン $(+)$ 62S から出力される加速度リミット $(\alpha(+))$ が用いられる。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

そして、ステップS5において、速度指令生成部60は、前周期速度指令出力($\omega o1$)に加速度($\alpha x2$)を加算することで、今回出力する速度指令出力($\omega o2$)を生成し、速度制御部36に供給する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

そして、処理はステップS5に進み、速度指令生成部60は、前周期速度指令出力($\omega o1$)に加速度($\alpha x2$)を加算することで、今回出力する速度指令出力($\omega o2$)を生成し、速度制御部36に供給する。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

一方、ステップS2において、減速側であると判定されると(ステップS2のNO)、処理はステップS7に進む。ステップS7では、速度指令生成部60は、加速度($\alpha x1$)が加速度リミット($\alpha(-)$)より小さいか否かを判定する。このとき用いられる加速度リミット($\alpha(-)$)は、スイッチ68の切り替え状態によって決まり、「通常旋回モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン(-)64Nから出力される通常時の加速度リミット($\alpha(-)$)である。一方、「スリップ防止モード」が設定されているときは、加速度リミットパターン(-)64Sから出力される加速度リミット($\alpha(-)$)が用いられる。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

そして、処理はステップS5に進み、速度指令生成部60は、前周期速度指令出力($\omega o1$)に加速度($\alpha x2$)を加算することで、今回出力する速度指令出力($\omega o2$)を生成し、速度制御部36に供給する。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0061】

そして、処理はステップS5に進み、速度指令生成部60は、前周期速度指令出力($\omega o1$)に加速度($\alpha x2$)を加算することで、今回出力する速度指令出力($\omega o2$)を生成し、速度制御部36に供給する。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

以上のように、旋回操作レバーが操作されて速度指令が生成され、上部旋回体3の旋回が開始されてから、ある程度の旋回速度になるまで、あるいは最大旋回速度に到達するまでは、「スリップ防止モード」が設定されていると、旋回加速度は小さく抑えられる。これにより、上部旋回体3の旋回加速により下部走行体1に作用する旋回反力は小さく抑えられ、下部旋回体1のスリップを抑制することができる。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0073】

以上のように、旋回操作レバーが中立位置に戻されて上部旋回体3の旋回停止する際には、「スリップ防止モード」が設定されていると、ある程度の小さな旋回速度になるまで旋回減速度は小さく抑えられる。これにより、上部旋回体3の旋回減速により下部走行体1に作用する旋回反力は小さく抑えられ、下部走行体1のスリップを抑制することができる。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

以上のように、旋回減速度を小さく抑えたままであると、旋回の停止が遅くなり、操作者が意図した旋回停止位置では停止することができずに大きくオーバーランしてしまうおそれがある。そこで、本実施形態では、「スリップ防止モード」が設定されている場合には、速度指令値が20%となった時点で、減速度を大きな値 $\alpha s 5$ に設定し、旋回停止を早めている。ただし、「通常旋回モード」では速度指令値が30%となった時点で減速度 $\alpha 6$ に設定されるが、「スリップ防止モード」では旋回速度がより小さくなった時点、すなわち、速度指令値が20%になった時点で減速度 $\alpha s 5$ に設定される。これにより、上部旋回体3の減速度が大きな値 $\alpha s 5$ （ $\alpha 6$ に等しい）に設定されたとき旋回反力が抑制され、下部走行体1のスリップを抑制することができる。図5に示した加速度リミットパターンは、作業機械の作業環境に応じて、種々に変更することができる。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

図7に示すように、加速度を徐々に段階的に大きくしながら最大旋回加速度に到達させ、また、加速度を徐々に段階的に小さくしながら所定の加速度まで到達させ、最大速度に近づいたら加速度を徐々に段階的に小さくする。このような加速度の段階的变化により、上部旋回体3の旋回速度、すなわち速度指令値 ω は、図8に示すように滑らかに変化することとなる。したがって、加速度が変化する際に下部走行体1に作用する旋回反力を抑制することができ、下部走行体1のスリップを抑制することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 黒澤 亮太

千葉県千葉市稲毛区長沼原町7 3 1 番地 1 住友建機株式会社内

Fターム(参考) 2D003 AA01 AB02 BA01 BB12 CA10 DA04 DB03