

WO 2014/027583 A1

- 國際調查報告（條約第 21 條(3)）

目標回転速度に維持するモータジェネレータ制御部と、を備える。ブーム回生制御時の目標回転速度は、アシスト制御のみを行う場合の目標回転速度より高く設定される。

明 細 書

発明の名称：ハイブリッド建設機械の制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、ハイブリッド建設機械の制御システムに関する。

背景技術

[0002] エンジンとモータジェネレータとを備えたパワーショベル等のハイブリッド建設機械が知られている。ハイブリッド建設機械は、エンジンの余剰出力で発電機を回転させて発電したり、アクチュエータからの排出エネルギーによってモータジェネレータを回転させて発電したりする。このようにして発電された電力は、モータジェネレータを回転させるのに用いられ、モータジェネレータの回転によって油圧モータ等が駆動される。

[0003] J P 2 0 0 9 - 2 3 5 7 1 7 Aには、旋回モータの旋回圧力を回生エネルギーとして利用するハイブリッド建設機械の制御装置が開示されている。この制御装置は、ブームが下降する際にブームシリンダから排出される流体の圧力や旋回モータの旋回圧力を利用して流体圧モータを回転させ、モータジェネレータを回転させて発電したり、流体圧モータに連結したアシストポンプを作動させたりする。

発明の概要

[0004] 上記制御装置では、アシストポンプはメインポンプとともに使用されるので大きな吐出量を必要とせず比較的低い回転速度で使用される。モータジェネレータはブームシリンダからエネルギーを回生する。ブームシリンダからの回生流量は多いので、より多くのエネルギーを回生するためには、モータジェネレータをより高い回転速度で回転させる必要がある。

[0005] しかし、ブームシリンダからエネルギーを回生するブーム回生制御とアシストポンプの駆動とを同時に行なう場合、上述のようにアシストポンプに要求される回転速度が低いので、モータジェネレータの回転速度を十分に上昇させることは難しい。よって、ブームシリンダが収縮するブームの下降時に

ブームの下降速度をオペレータの要求速度まで十分に上げることが困難となる。

[0006] この発明の目的は、効率的なエネルギー回生を行いながら、ブームの下降時にブームの下降速度をオペレータの要求速度まで十分に上げることが可能なハイブリッド建設機械の制御システムを提供することである。

[0007] 本発明のある態様によれば、ハイブリッド建設機械の制御システムであって、ブームシリンダを制御するブーム操作用の操作弁と、ブームの下降時にブームシリンダから排出される戻り流体によって回転する回生用の可変容量型流体圧モータと、戻り流体のうち流体圧モータに分配される流量割合を調節する分配機構と、流体圧モータと一体的に回転するモータジェネレータと、モータジェネレータと一体的に回転する可変容量型アシストポンプと、操作弁の切換量に応じて規定されるブームの下降速度を維持するように分配機構を制御する分配機構制御部と、流体圧モータ及びアシストポンプの傾転角を制御する傾転角制御部と、モータジェネレータの回転速度を目標回転速度に維持するモータジェネレータ制御部と、を備え、戻り流体によって流体圧モータが回転するブーム回生制御時の目標回転速度は、アシストポンプを作動させるアシスト制御のみを行う場合の目標回転速度より高く設定される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るハイブリッド建設機械の制御システムを示す回路図である。

[図2]図2は、コントローラにおいて行われる処理の内容を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

[0010] 図1は、本実施形態におけるハイブリッド建設機械の制御システムを示す回路図である。

[0011] 本実施形態ではハイブリッド建設機械としてパワーショベルを例示するが、その他の建設機械であってもよい。パワーショベルは、可変容量型の第1

メインポンプMP 1 と、可変容量型の第 2 メインポンプMP 2 と、第 1 メインポンプMP 1 に接続される第 1 回路系統と、第 2 メインポンプMP 2 に接続される第 2 回路系統と、を備える。

[0012] 第 1 回路系統には、上流側から順に、旋回モータRMを制御する旋回モータ用の操作弁 1、アームシリンダ（図示せず）を制御するアーム 1 速用の操作弁 2、ブームシリンダBCを制御するブーム 2 速用の操作弁 3、予備用アタッチメント（図示せず）を制御する予備用の操作弁 4、左走行モータ（図示せず）を制御する左走行モータ用の操作弁 5、が接続される。

[0013] 各操作弁 1～5 は、中立流路 6 及びパラレル通路 7 を介して第 1 メインポンプMP 1 に接続される。中立流路 6 における左走行モータ用の操作弁 5 の下流側には、パイロット圧生成機構 8 が設けられる。パイロット圧生成機構 8 はそこを流れる流量が多いほどその上流側により高いパイロット圧を生成する。

[0014] パイロット圧生成機構 8 を流れる流量は、操作弁 1～5 の切り換え量に応じて変化するので、パイロット圧生成機構 8 は、操作弁 1～5 の切換量に応じたパイロット圧を生成することになる。

[0015] 操作弁 1～5 のすべてが中立位置又は中立位置近傍にある場合、中立流路 6 は第 1 メインポンプMP 1 から吐出された流体の全部又は一部をタンク T に導く。この場合、パイロット圧生成機構 8 を通過する流量が多いので、パイロット圧生成機構 8 は高いパイロット圧を生成する。

[0016] 操作弁 1～5 が切り換えられた場合、ポンプ吐出量の一部がアクチュエータに導かれ、残りが中立流路 6 からタンク T に導かれる。この場合、パイロット圧生成機構 8 は、中立流路 6 に流れる流量に応じたパイロット圧を生成する。

[0017] 操作弁 1～5 がフルストロークの状態に切り換えられた場合、中立流路 6 が閉ざされて流体の流通がなくなる。この場合、パイロット圧生成機構 8 を流れる流量がなくなるので、パイロット圧はゼロに保たれる。

[0018] パイロット圧生成機構 8 にはパイロット流路 9 が接続される。パイロット

流路 9 は、第 1 メインポンプ MP 1 の傾転角を制御するレギュレータ 10 に接続される。レギュレータ 10 は、パイロット流路 9 のパイロット圧に逆比例して第 1 メインポンプ MP 1 の傾転角を制御し、第 1 メインポンプ MP 1 の吐出量を制御する。したがって、操作弁 1 ～ 5 がフルストロークの状態に切り換えられると、中立流路 6 の流れがなくなりパイロット圧生成機構 8 が生成するパイロット圧がゼロになるので、第 1 メインポンプ MP 1 の傾転角が最大になり吐出量が最大になる。

[0019] パイロット流路 9 には第 1 圧力センサ 11 が接続される。第 1 圧力センサ 11 は、検出した圧力信号をコントローラ C に入力する。

[0020] 一方、第 2 回路系統には、上流側から順に、右走行モータ（図示せず）を制御する右走行モータ用の操作弁 12、バケットシリンダ（図示せず）を制御するバケット用の操作弁 13、ブームシリンダ BC を制御するブーム 1 速用の操作弁 14、アームシリンダ（図示せず）を制御するアーム 2 速用の操作弁 15、が接続される。ブーム 1 速用の操作弁 14 には、操作方向及び切換量を検出するセンサ 14a が設けられる。

[0021] 各操作弁 12 ～ 15 は、中立流路 16 を介して第 2 メインポンプ MP 2 に接続される。さらに、バケット用の操作弁 13 及びブーム 1 速用の操作弁 14 は、パラレル通路 17 を介して第 2 メインポンプ MP 2 に接続される。中立流路 16 におけるアーム 2 速用の操作弁 15 の下流側には、パイロット圧生成機構 18 が設けられ。パイロット圧生成機構 18 は、そこを流れる流量が多いほどその上流側により高いパイロット圧を生成する。

[0022] パイロット圧生成機構 18 にはパイロット流路 19 が接続される。パイロット流路 19 は、第 2 メインポンプ MP 2 の傾転角を制御するレギュレータ 20 に接続される。レギュレータ 20 は、パイロット流路 19 のパイロット圧に逆比例して第 2 メインポンプ MP 2 の傾転角を制御し、第 2 メインポンプ MP 2 の吐出量を制御する。したがって、操作弁 12 ～ 15 がフルストロークの状態に切り換えられると、中立流路 16 の流れがなくなりパイロット圧生成機構 18 が生成するパイロット圧がゼロになるので、第 2 メインポン

プMP 2の傾転角が最大になり吐出量が最大になる。

- [0023] パイロット流路19には第2圧力センサ21が接続される。第2圧力センサ21は、検出した圧力信号をコントローラCに入力する。
- [0024] 第1メインポンプMP 1及び第2メインポンプMP 2は、一つのエンジンEの駆動力で同軸回転する。エンジンEにはジェネレータ22が連結される。ジェネレータ22は、エンジンEの余剰出力によって回転して発電可能である。ジェネレータ22によって発電された電力は、バッテリーチャージャ23を介してバッテリー24に充電される。バッテリーチャージャ23は、家庭用の電源25に接続した場合にも、バッテリー24に電力を充電可能である。つまり、バッテリーチャージャ23は、パワーショベルとは別の独立した電源にも接続可能である。バッテリー24はコントローラCに接続される。コントローラCは、バッテリー24の充電量を監視する機能を有する。
- [0025] 第1回路系統に接続された旋回モータ用の操作弁1のアクチュエータポートには、旋回モータRMに連通する通路26、27が接続される。旋回回路としての通路26、27には、それぞれリリーフ弁28、29が接続される。旋回モータ用の操作弁1が図1に示す中立位置に保持されている場合、アクチュエータポートが閉塞され旋回モータRMは停止状態に維持される。
- [0026] 旋回モータ用の操作弁1が図1の右側位置に切り換えられると、通路26が第1メインポンプMP 1に接続され、通路27がタンクTに連通する。したがって、第1メインポンプMP 1の吐出流体が通路26を介して旋回モータRMに供給され旋回モータRMが回転する。さらに、旋回モータRMからの戻り流体が通路27を介してタンクTに戻される。
- [0027] 旋回モータ用の操作弁1が図1の左側位置に切り換えられると、第1メインポンプMP 1の吐出流体が通路27を介して旋回モータRMに供給され旋回モータRMが逆転する。さらに、旋回モータRMからの戻り流体が通路26を介してタンクTに戻される。
- [0028] 旋回モータRMが回転中、通路26、27が設定圧以上になった時、リリーフ弁28、29が開弁して高圧側の流体がタンクに戻される。また、旋回

モータRMが回転中に、旋回モータ用の操作弁1が中立位置に戻された場合、操作弁1のアクチュエータポートが閉塞する。操作弁1のアクチュエータポートが閉塞されても、旋回モータRMはその慣性エネルギーでしばらくの間回転し続ける。旋回モータRMが慣性エネルギーで回転することにより旋回モータRMがポンプ作用を発揮する。この時、通路26、27、旋回モータRM、リリーフ弁28、29で閉回路が構成されると、リリーフ弁28、29によって慣性エネルギーが熱エネルギーに変換される。

[0029] 本実施形態では、旋回モータRMを停止させるブレーキ時の慣性エネルギーや、旋回動作時の旋回圧力によって、通路26、27内の圧力がリリーフ弁28、29を開弁させる設定圧を超えた時、そのエネルギーを熱エネルギーとして消費する代わりに、旋回回路の流体を後述する合流通路43を介して流体圧モータAMへ供給する。これにより、旋回回生制御が行われる。旋回回生制御時には、コントローラCが合流通路43に設けられた電磁開閉弁46を開位置に切り換える。

[0030] なお、本実施形態では合流通路43に電磁開閉弁46を設けているが、電磁開閉弁46の代わりにパイロット圧の作用で切り換わる開閉弁を設けてもよい。この場合、パイロット圧を制御するパイロット電磁制御弁を新たに設ければよい。パイロット電磁制御弁はコントローラCからの信号によって開閉制御される。

[0031] ブーム1速用の操作弁14が中立位置から図1の右側位置に切り換えられると、第2メインポンプMP2からの圧力流体は、通路30を経由してブームシリンダBCのピストン側室31に供給される。ロッド側室32からの戻り流体は通路33を経由してタンクTに戻される。これにより、ブームシリンダBCが伸長してブームが上昇する。

[0032] 反対に、ブーム1速用の操作弁14が図1の左側位置に切り換えられると、第2メインポンプMP2からの圧力流体は、通路33を経由してブームシリンダBCのロッド側室32に供給される。ピストン側室31からの戻り流体は通路30を経由してタンクTに戻される。これにより、ブームシリンダ

BCが収縮してブームが下降する。なお、ブーム2速用の操作弁3は、ブーム1速用の操作弁14と連動して切り換わる。

[0033] ブームを下降させてブームシリンダBCを収縮させるときの戻り流量は、ブーム1速用の操作弁14の切り換え量によって決まり、戻り流量によってブームの下降速度が決まる。つまり、オペレータがブーム1速用の操作弁14を切り換えるためのレバーを操作するときの操作量に応じてブームシリンダBCの収縮速度、つまりブームの下降速度が制御される。

[0034] ブームシリンダBCのピストン側室31とブーム1速用の操作弁14とを結ぶ通路30には、比例電磁弁34が設けられる。比例電磁弁34の開度は、コントローラCの出力信号で制御され、ノーマル状態で全開になる。

[0035] 次に、第1メインポンプMP1及び第2メインポンプMP2の出力をアシストする可変容量型のアシストポンプAPについて説明する。

[0036] アシストポンプAPには、モータジェネレータMGが連結され、モータジェネレータMGには流体圧モータAMが連結される。アシストポンプAPは、モータジェネレータMG又は可変容量型の流体圧モータAMの駆動力で回転し、モータジェネレータMGと流体圧モータAMとは同軸回転する。

[0037] モータジェネレータMGにはインバータIが接続され、インバータIはコントローラCに接続される。コントローラCは、インバータIを介してモータジェネレータMGの回転速度等を制御する。アシストポンプAP及び流体圧モータAMの傾転角は、傾転角制御器35、36によって制御される。傾転角制御器35、36は、コントローラCに接続され、コントローラCの出力信号によって制御される。

[0038] アシストポンプAPには吐出通路37が接続される。吐出通路37は、第1メインポンプMP1の吐出側に合流する第1合流通路38と、第2メインポンプMP2の吐出側に合流する第2合流通路39と、に分岐する。第1合流通路38及び第2合流通路39には、それぞれコントローラCの出力信号によって開度が制御される第1比例電磁絞り弁40及び第2比例電磁絞り弁41が設けられる。

- [0039] 流体圧モータAMには接続用通路42が接続される。接続用通路42は、合流通路43及びチェック弁44、45を介して、旋回モータRMが接続された通路26、27に接続される。合流通路43にはコントローラCで開閉制御される電磁開閉弁46が設けられる。電磁開閉弁46とチェック弁44、45との間には、旋回モータRMの旋回時の圧力又はブレーキ時の圧力である旋回圧力を検出する圧力センサ47が設けられる。圧力センサ47の圧力信号は、コントローラCに入力される。
- [0040] 合流通路43における、旋回回路から流体圧モータAMへの流れに対して電磁開閉弁46よりも下流側には、安全弁48が設けられる。安全弁48は、例えば電磁開閉弁46など、接続用通路42及び合流通路43の系統に設けられる部材が故障した場合に、通路26、27の圧力を維持して旋回モータRMが逸走するのを防止する。なお、旋回回路から流体圧モータAMへの流れに対して上流側から順に、圧力センサ47、電磁開閉弁46、安全弁48が設けられる。
- [0041] ブームシリンダBCと比例電磁弁34との間には、接続用通路42に連通する通路49が設けられる。通路49には、コントローラCによって制御される電磁開閉弁50が設けられる。なお、本実施形態では、比例電磁弁34と電磁開閉弁50とを両方設けているが、流体圧モータAMにブームシリンダBCの戻り流体を導かないようにする流路切換機構などが設けられる場合には、電磁開閉弁50はなくてもよい。
- [0042] 電磁開閉弁50が開位置に切り換えられると、比例電磁弁34の開度に応じて、ブームシリンダBCからの戻り流体は、流体圧モータAMへ導かれる流体とブーム1速用の操作弁14からタンクに導かれる流体とに分配される。
- [0043] コントローラCは、電磁開閉弁50を開放する際、ブームシリンダBCのブーム1速用の操作弁14を操作するレバーの操作量に応じて、オペレータが求めているブームシリンダBCの下降速度を演算する。コントローラCは、流体圧モータAMに導かれる流体と、ブーム1速用の操作弁14からタンク

クに導かれる流体と、の合計流量に基づいてブームシリンダBCの下降速度を維持できるように比例電磁弁34の開度を決定する。

[0044] コントローラCには、各操作弁1～5、12～15のレバーの操作量を検出する切換量検出部（図示せず）が接続される。なお、切換量検出部は、各操作弁1～5、12～15のレバーの切り換え量を検出する構成であってもよいし、各操作弁1～5、12～15のスプールの移動量を直接検出したり、スプールに作用させるパイロット圧を検出したりする構成であってもよい。

[0045] コントローラCには、回転速度 N_b 、回転速度 N_a 及び回転速度 N_r が記憶される。回転速度 N_b は、ブーム回生制御時のモータジェネレータの回転速度である。回転速度 N_a は、ブーム回生制御及び旋回回生制御を行わず、アシストポンプAPのみを作動させる場合のモータジェネレータMGの回転速度である。回転速度 N_r は、ブーム回生制御を行わず旋回回生制御のみを実行する場合、及び旋回回生制御とアシスト制御との両方を実行する場合のモータジェネレータMGの回転速度である。

[0046] コントローラCには、旋回圧力のしきい値 P_t が予め記憶される。しきい値 P_t は、旋回モータRMの旋回路に設けたリリーフ弁28、29の設定圧より僅かに低い圧力であり、旋回モータRMのブレーキ圧又は起動圧より僅かに低い圧力である。コントローラCは、圧力センサ47によって検出された旋回圧力がしきい値 P_t に達した場合、電磁開閉弁46を閉位置から開位置に切り換え、リリーフ弁28、29を介してタンクへ排出される分の流体を合流通路43へ供給する。

[0047] コントローラCには、旋回圧力と旋回圧力のしきい値とに基づいて旋回回生流量を演算する演算式が予め記憶される。したがって、コントローラCは、当該演算式を用いて、圧力センサ47で検出した圧力に基づいて旋回回生流量を予測することができる。

[0048] なお、旋回回生流量の予測は、例えば、圧力センサ47で検出される圧力と旋回回生流量との関係を示すテーブルを予めコントローラCに記憶させて

おき、当該テーブルを参照することで行ってもよい。この場合、コントローラCは、演算機能を備えていなくてもよい。

[0049] 以下、ブーム回生制御時及び旋回回生制御時におけるコントローラの処理について説明する。図2は、コントローラの処理の内容を示すフローチャートである。

[0050] ステップS1においてコントローラCは、アシスト制御指令に対応するアシスト流量 Q_a 及び予め記憶されているモータジェネレータMGの回転速度 N_a を設定する。アシスト制御指令は、アシストポンプAPを作動させる信号である。この信号は、ブーム1速用の操作弁14がブームシリンダBCを伸長させる方向に操作されているか、その他の操作弁1、2、4、5、13、15が操作されている場合に、各操作弁の切換量を検出する切換量検出部からコントローラCに入力される信号である。ブームシリンダBCが収縮するブームの下降制御のみが行われる場合には、アシスト制御指令は出力されない。

[0051] すなわち、ブームの下降制御以外で、操作弁が操作された場合、コントローラCは操作弁の切換量を検出するとともに、コントローラに予め設定された演算式に基づいてアシストポンプの吐出量であるアシスト流量 Q_a を演算する。

[0052] ステップS2においてコントローラCは、ブーム1速用の操作弁14の操作状況からブームシリンダBCの伸縮状態を検出する。ブームシリンダBCの収縮作動時、すなわちブームの下降制御時である場合には、コントローラCは、ブーム1速用の操作弁14の切換量に基づいてブーム回生流量 Q_b を演算する。また、コントローラCは、予め記憶されているブーム回生制御時のモータジェネレータMGの回転速度 N_b を設定する。

[0053] ステップS3においてコントローラCは、旋回回生制御時のモータジェネレータMGの回転速度 N_r と旋回圧力のしきい値 P_t とを設定する。回転速度 N_r 及びしきい値 P_t は、コントローラCに予め記憶されている。なお、ステップS1～S3において、コントローラCが回転速度 N_a などを設定す

ることは、コントローラCに接続した操作弁や傾転角制御器35、36などの制御に必要なデータを制御プログラムに設定することを意味する。

[0054] ステップS4においてコントローラCは、ブーム回生制御を行うか否か、すなわち、ブーム回生制御指令があるか否かを判定する。ブーム回生制御指令は、ブーム用制御弁の操作レバーがブームシリンダBCを収縮させる、すなわちブームを下げる方向に操作されている場合に検出される信号であり、切換量検出部からコントローラCに入力される。ブーム回生制御指令があると判定されると処理がステップS5へ進み、ブーム回生制御指令がないと判定されると処理がステップS11へ進む。

[0055] ステップS5においてコントローラCは、アシスト制御指令及び旋回動作の少なくとも一方があるか否かを判定する。アシストポンプAPを作動させるか否かは、アシスト制御指令の有無で判定される。旋回モータRMを作動させるか否かは、旋回モータ用の操作弁1の切り換え操作の有無で判定される。

[0056] アシスト制御指令がなく、かつ旋回モータ用の操作弁1の切り換え操作も行われていないと判定されると処理がステップS6へ進む。アシストポンプAPあるいは旋回モータRMを作動させると判定されると処理がステップS8へ進む。

[0057] ステップS6においてコントローラCは、ブーム1速用の操作弁14の切換量に応じて、ブームシリンダBCの収縮速度（ブームの下降速度）すなわちブームシリンダBCからの戻り流量を演算する。さらに、コントローラCは、電磁開閉弁50を開位置に切り換えるとともに、演算された戻り流量に応じて比例電磁弁34の開度を制御する。

[0058] さらに、コントローラCは、ブームシリンダBCの収縮動作に伴うブーム回生制御を単独で実行するための制御値を演算する。具体的には、コントローラCは、比例電磁弁34の開度に応じて接続用通路42に導かれる回生流量 Q_b を演算し、この回生流量 Q_b でモータジェネレータMGの回転速度を回転速度 N_b に維持できる流体圧モータAMの傾転角 β を演算する。つまり

、傾転角 β は、回生流量 Q_b によって回転する流体圧モータAMを、回転速度 N_b で回転させるために必要な1回転あたりの押しのけ量に対応する傾転角である。

[0059] さらに、コントローラCは、回転速度 N_b で回転するモータジェネレータMGと一体的に回転するアシストポンプAPの傾転角 α をゼロにしてその吐出量をゼロにする。

[0060] ステップS5においてアシストポンプAPあるいは旋回モータRMを作動させると判定され処理がステップS8へ進むとコントローラCは、旋回回生制御指令があるか否かを判定する。旋回回生制御指令とは、合流通路43に設けた圧力センサ47が検出する旋回圧力が、しきい値 P_t に達した場合の入力信号である。旋回回生制御指令があると判定されると処理がステップS9へ進み、旋回回生制御指令がないと判定されると処理がステップS10へ進む。

[0061] ステップS9においてコントローラCは、ブーム回生制御、旋回回生制御、及びアシスト制御のための制御値を決定する。すなわち、コントローラCは、モータジェネレータMGの回転速度をブーム回生制御の単独制御時（ステップS6）と同じ回転速度 N_b に維持しつつ、圧力センサ47によって検出される旋回圧力の値をしきい値 P_t に保つことが可能な流体圧モータAMの傾転角 β を演算する。

[0062] さらに、コントローラCは、回転速度 N_b で回転しながら、演算されたアシスト流量 Q_a を吐出できるアシストポンプAPの傾転角 α を演算する。この傾転角 α は、回転速度 N_b で回転するアシストポンプAPが、アシスト流量 Q_a を吐出するために必要な1回転あたりの押しのけ量に対応する傾転角である。

[0063] ステップS8において旋回回生制御指令がないと判定されて処理がステップS10へ進むとコントローラCは、旋回回生制御は行わず、ブーム回生制御及びアシスト制御のための制御値を演算する。すなわち、コントローラCは、設定された回生流量 Q_b によって、モータジェネレータMGの回転速度

を設定された回転速度 N_b に維持できる流体圧モータ AM の傾転角 β を演算する。また、コントローラ C は、回転速度 N_b で回転しながら設定されたアシスト流量 Q_a を吐出できるアシストポンプ AP の傾転角 α を演算する。

[0064] ステップ S_4 においてブーム回生制御指令がないと判定されて処理がステップ S_{11} へ進むとコントローラ C は、アシストポンプ AP を作動させるためのアシスト制御指令及び旋回モータ RM の旋回動作の有無を判定する。アシスト制御指令及び旋回動作のいずれもないと判定されると処理がステップ S_{12} へ進み、コントローラ C は制御値をゼロに設定する。

[0065] アシスト制御指令あるいは旋回動作があると判定されて処理がステップ S_{13} へ進むと、コントローラ C は、旋回回生制御指令の有無を判定する。圧力センサ 47 によって検出された旋回圧力がしきい値 P_t に達している場合、旋回回生制御指令があると判定され、旋回圧力がしきい値 P_t に達していない場合、旋回回生制御指令がないと判定される。旋回回生制御指令があると判定されると処理がステップ S_{14} へ進み、旋回回生制御指令がないと判定されると処理がステップ S_{17} へ進む。

[0066] ステップ S_{14} においてコントローラ C は、アシスト制御指令の有無を判定する。アシスト制御指令があると判定されると処理がステップ S_{15} へ進み、アシスト制御指令がないと判定されると処理がステップ S_{16} へ進む。

[0067] ステップ S_{15} においてコントローラ C は、旋回回生制御とアシスト制御とを行なうための制御値を演算する。コントローラ C は、旋回回生制御を行ないながら、ブームシリンダ BC の収縮動作（ブームの下降動作）以外の操作を行なう場合の制御値を演算する。

[0068] すなわち、コントローラ C は、モータジェネレータ MG の回転速度を回転速度 N_r に維持しつつ、旋回圧力がしきい値 P_t に保つことが可能な流体圧モータ AM の傾転角 β を演算するとともに、演算されたアシスト流量 Q_a を吐出できるアシストポンプ AP の傾転角 α を演算する。

[0069] つまり、傾転角 α は、回転速度 N_r で回転するアシストポンプ AP が、アシスト流量 Q_a を吐出するための 1 回転あたりの押しのけ量に対応する傾転

角である。傾転角 β は、流体圧モータ A M が回転速度 N_r で回転しながらしきい値 P_t を維持するために必要な傾転角である。

[0070] ステップ S 1 4 においてアシスト制御指令がないと判定されて処理がステップ S 1 6 へ進むと、コントローラ C は、モータジェネレータ M G の回転速度を回転速度 N_r に維持しつつ、旋回圧力をしきい値 P_t に保つことが可能な流体圧モータ A M の傾転角 β を演算する。本ステップではアシスト制御は不要であるので、コントローラ C は、回転速度 N_r で回転するアシストポンプ A P の傾転角 α をゼロに設定して、アシストポンプ A P の吐出量をゼロにする。

[0071] ステップ S 1 3 において旋回回生制御指令がないと判定されて処理がステップ S 1 7 へ進むと、コントローラ C は、ブーム回生制御及び旋回回生制御のないアシスト制御のみのための制御値を演算する。すなわち、コントローラ C は、モータジェネレータ M G の回転速度 N_a を維持しながら、アシスト流量 Q_a を吐出できるアシストポンプ A P の傾転角 α を演算する。本ステップでは、ブーム回生制御及び旋回回生制御は行われないので、コントローラ C は流体圧モータ A M の傾転角 β をゼロに設定する。

[0072] 上記ステップ S 6、S 9、S 1 0、S 1 5、S 1 6、S 1 7 において各制御に応じた制御値を演算し終えたら、処理がステップ S 7 へ進む。

[0073] ステップ S 7 においてコントローラ C は、各ステップで特定された流量や回転速度が、モータジェネレータ M G のパワー制限内であることを確認し、制限内であれば上記制御値に応じた制御を実行する。また、制限外であれば制限内に修正して、上記制御値に応じた制御を実行する。

[0074] なお、コントローラ C は、上記制御の実行に際して、流体圧モータ A M 及びアシストポンプ A P の傾転角を制御するのに加えて、比例電磁弁 3 4、電磁開閉弁 5 0、及び電磁開閉弁 4 6 の制御も行なう。

[0075] 例えば、ブーム回生制御指令が入力された場合には、コントローラ C は、比例電磁弁 3 4 を閉じて、電磁開閉弁 5 0 を開位置に切り換え、ブームシリンダ B C からの回生流量を接続用通路 4 2 へ導く。また、旋回回生制御指令

が入力された場合には、コントローラCは、合流通路43の電磁開閉弁46を開位置に切り換え、旋回モータRMから排出される流体を接続用通路42へ導く。

[0076] 本実施形態の制御回路では、旋回回路の旋回圧力がリリーフ弁28、29に設定したブレーキ圧より僅かに低いしきい値 P_t に達した時、合流通路43の電磁開閉弁46が開位置に切り換えられて旋回回路の流体が流体圧モータAMに導かれる。したがって、旋回圧力がブレーキ圧に達して旋回回路の流体がリリーフ弁28、29を介してタンクTへ流れてしまうことを防止できる。これにより、リリーフ弁28、29を介してタンクTへ戻されていた流体を流体圧モータAMへ導くことでエネルギーを回生することができる。

[0077] 本実施形態では、戻り流量が多くなるブーム回生制御時には、比較的大きな回転速度である回転速度 N_b でモータジェネレータMGを回転させるので、戻り流量を無駄なく流体圧モータAMに供給できる。

[0078] アシスト制御のみの場合や旋回回生制御のみの場合には、モータジェネレータMGの回転速度が、回転速度 N_b よりも小さい回転速度 N_a 、 N_r に設定される。このように回転速度 N_a 、 N_r を小さくした理由は、次の通りである。

[0079] アシストポンプAPは、第1メインポンプMP1及び第2メインポンプMP2と併用されるので、それほど大きな吐出量を必要としない。そのため、アシストポンプAPの傾転角 α は小さい角度に制御されることが多い。

[0080] 傾転角 α が小さい状態で、モータジェネレータMGの回転速度を大きくして、アシストポンプAPの吐出量を微小な範囲で制御しようとした場合、傾転角 α の制御範囲も微小になる。微小な制御範囲で傾転角 α を制御しようすると、アシストポンプAPの吐出量の制御が難しくなるとともに、アシストポンプAPのポンプ効率が低下する。

[0081] そこで、アシスト制御のみの場合の回転速度 N_a を小さく設定することで、アシストポンプAPの吐出量の制御が容易になるとともに、アシストポンプAPのポンプ効率が良くなる。

- [0082] また、旋回回生流量は少ないので、旋回回生制御のみの場合には流体圧モータAMに供給される流量は少なくなる。そのため、旋回回生制御のみの場合のモータジェネレータMGの回転速度 N_r を小さく設定することで、流体圧モータAMの傾転角 β の制御範囲を広くすることができる。
- [0083] 一方、ブーム回生制御とアシスト制御あるいは旋回回生制御とを同時に実行する場合には、ブーム回生制御を優先するためモータジェネレータMGの回転速度は比較的大きな回転速度 N_b に設定される。
- [0084] なお、アシスト制御時の回転速度 N_a と旋回回生制御時の回転速度 N_r とは、それぞれブーム回生制御時の回転速度 N_b よりも小さく設定されていればよく、回転速度 N_a と回転速度 N_r とはどちらが大きくてもよいし、等しくてもよい。
- [0085] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。
- [0086] 本願は、2012年8月15日に日本国特許庁に出願された特願2012-180234に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

[請求項1]

ハイブリッド建設機械の制御システムであって、
ブームシリンダを制御するブーム操作用の操作弁と、
前記ブームの下降時に前記ブームシリンダから排出される戻り流体によって回転する回生用の可変容量型流体圧モータと、
前記戻り流体のうち前記流体圧モータに分配される流量割合を調節する分配機構と、
前記流体圧モータと一体的に回転するモータジェネレータと、
前記モータジェネレータと一体的に回転する可変容量型アシストポンプと、
前記操作弁の切換量に応じて規定される前記ブームの下降速度を維持するように前記分配機構を制御する分配機構制御部と、
前記流体圧モータ及び前記アシストポンプの傾転角を制御する傾転角制御部と、
前記モータジェネレータの回転速度を目標回転速度に維持するモータジェネレータ制御部と、
を備え、
前記戻り流体によって前記流体圧モータが回転するブーム回生制御時の前記目標回転速度は、前記アシストポンプを作動させるアシスト制御のみを行う場合の前記目標回転速度より高く設定される、
ハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項2]

請求項1に記載のハイブリッド建設機械の制御システムであって、
前記ブーム回生制御時に、前記操作弁の切換量に基づいて前記戻り流体の流量である戻り流量を演算する戻り流量演算部と、
前記戻り流量のうち前記分配機構によって前記流体圧モータへ分配される流量であるブーム回生流量を演算する回生流量演算部と、
前記ブーム回生流量に基づいて、前記モータジェネレータが前記ブーム回生制御時の前記目標回転速度を維持するために必要な前記流体

圧モータの傾転角を演算するモータ傾転角演算部と、
をさらに備え、

前記傾転角制御部は、前記モータ傾転角演算部によって演算された
前記傾転角に基づいて前記流体圧モータの傾転角を制御する、
ハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項3] 請求項1に記載のハイブリッド建設機械の制御システムであって、
前記アシスト制御のみを行う場合に、前記アシストポンプの吐出量
であるアシスト流量を演算するアシスト流量演算部と、

前記アシスト流量に基づいて、前記モータジェネレータが前記アシ
スト制御のみを行う場合の前記目標回転速度を維持するために必要な
前記アシストポンプの傾転角を演算するポンプ傾転角演算部と、

前記傾転角制御部は、前記ポンプ傾転角演算部によって演算された
前記傾転角に基づいて前記アシストポンプの傾転角を制御する、
ハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項4] 請求項1に記載のハイブリッド建設機械の制御システムであって、
前記ブームシリンダと前記流体圧モータとを接続する通路に合流す
る合流通路を介して前記流体圧モータに接続される旋回回路と、

前記旋回回路に設けられる旋回モータと、

前記旋回モータの旋回圧力を検出する圧力検出器と、

前記圧力検出器によって検出された前記旋回圧力が予め設定された
しきい値 P_t に達した場合、前記旋回回路から前記流体圧モータに導
かれる流体により前記流体圧モータが回転する旋回回生制御時である
と判定する旋回回生判定部と、

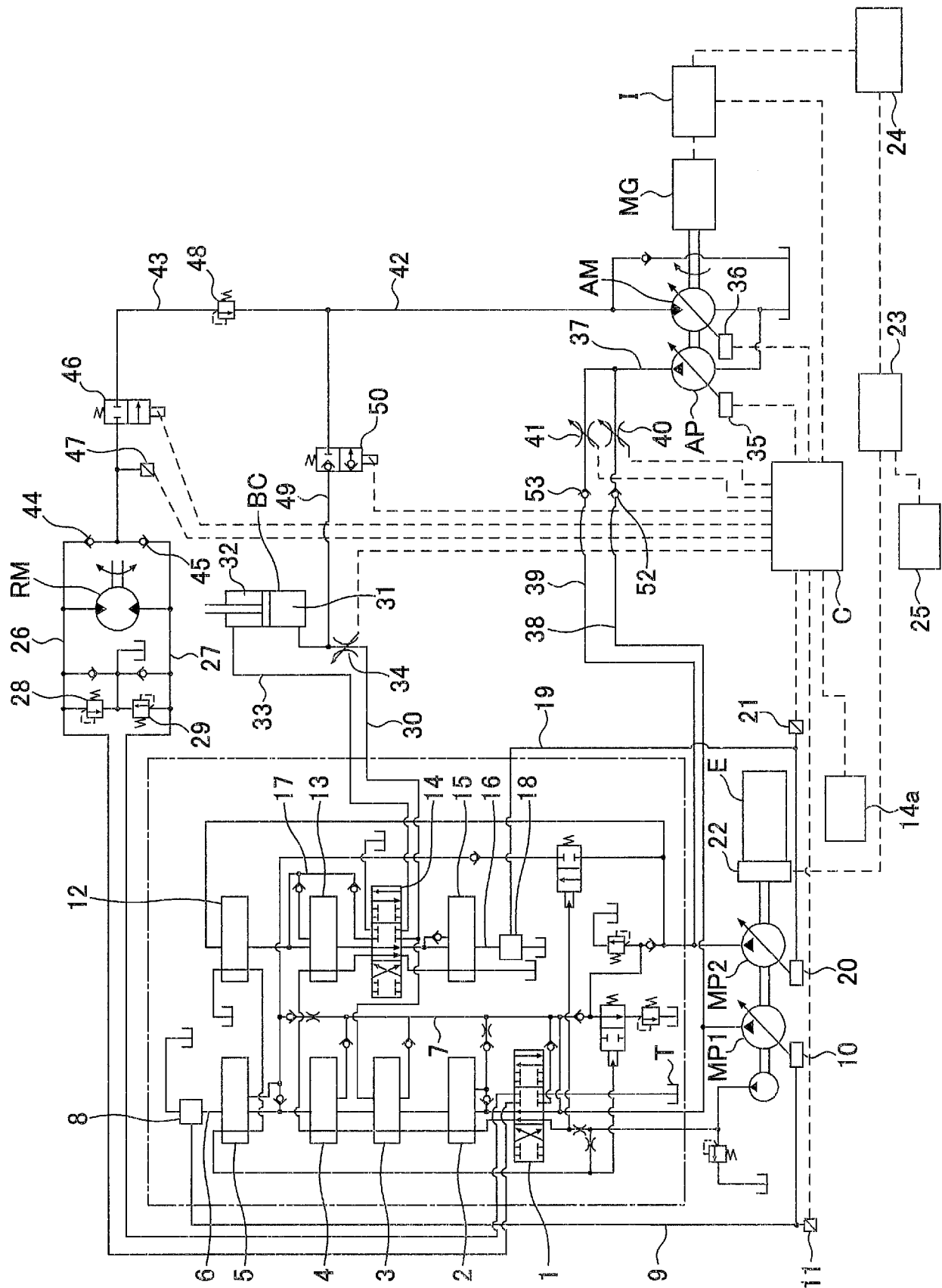
前記旋回回生制御時であると判定された場合の前記目標回転速度は
、前記ブーム回生制御時の前記目標回転速度より低く設定される、
ハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項5] 請求項4に記載のハイブリッド建設機械の制御システムであって、
前記旋回回生制御時であると判定された場合、前記モータジェネレ

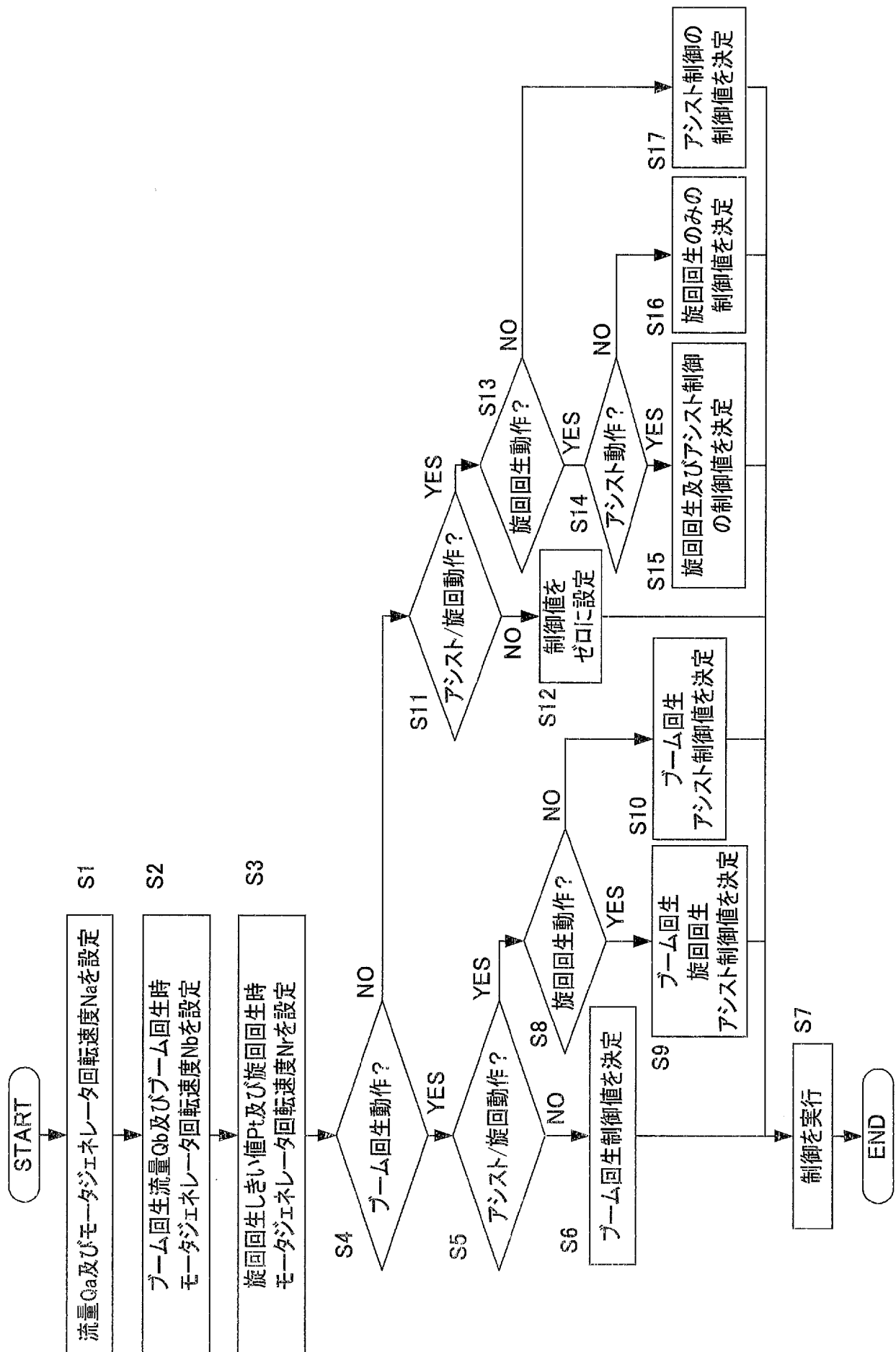
ータの回転速度を前記旋回回生制御時の前記目標回転速度に維持しつつ前記旋回圧力を前記しきい値 P_t に維持するために必要な前記流体圧モータの傾転角を演算する傾転角演算部と、

前記傾転角制御部は、前記傾転角演算部によって演算された前記傾転角に基づいて前記流体圧モータの傾転角を制御する、
ハイブリッド建設機械の制御システム。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B21/14(2006.01)i, E02F9/20(2006.01)i, E02F9/22(2006.01)i, H02P9/04(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)

F15B21/14, E02F9/20, E02F9/22, H02P9/04

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-235717 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 15 October 2009 (15.10.2009), paragraphs [0008] to [0013], [0018] to [0022], [0035] to [0038]; fig. 1, 2 & US 2011/0010047 A1 & WO 2009/119703 A1 & CN 101981261 A	1-5
A	JP 2008-157407 A (Yugen Kaisha HY), 10 July 2008 (10.07.2008), claims 1, 3, 6; paragraphs [0024] to [0030]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5

☒ 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
19 August, 2013 (19.08.13)

Date of mailing of the international search report
27 August, 2013 (27.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071179

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 2003-74517 A (Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 12 March 2003 (12.03.2003), paragraphs [0002] to [0004], [0009] to [0010], [0038]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F15B21/14(2006.01)i, E02F9/20(2006.01)i, E02F9/22(2006.01)i, H02P9/04(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. F15B21/14, E02F9/20, E02F9/22, H02P9/04

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-235717 A（カヤバ工業株式会社）2009.10.15, 【0008】 －【0013】、【0018】－【0022】、【0035】－【0038】、【図1】、【図2】 & US 2011/0010047 A1 & W0 2009/119703 A1 & CN 101981261 A	1－5
A	JP 2008-157407 A（有限会社エイチワイ）2008.07.10, 【請求項1】、 【請求項3】、【請求項6】、【0024】－【0030】、【図1】－ 【図3】（ファミリーなし）	1－5
A	JP 2003-74517 A（コベルコ建機株式会社）2003.03.12, 【0002】 －【0004】、【0009】－【0010】、【0038】、【図1】、	1－5

☒ 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

1 9 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

関 義彦

30

9145

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
	【図2】 (ファミリーなし)	