

(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
2017年11月30日(30.11.2017)



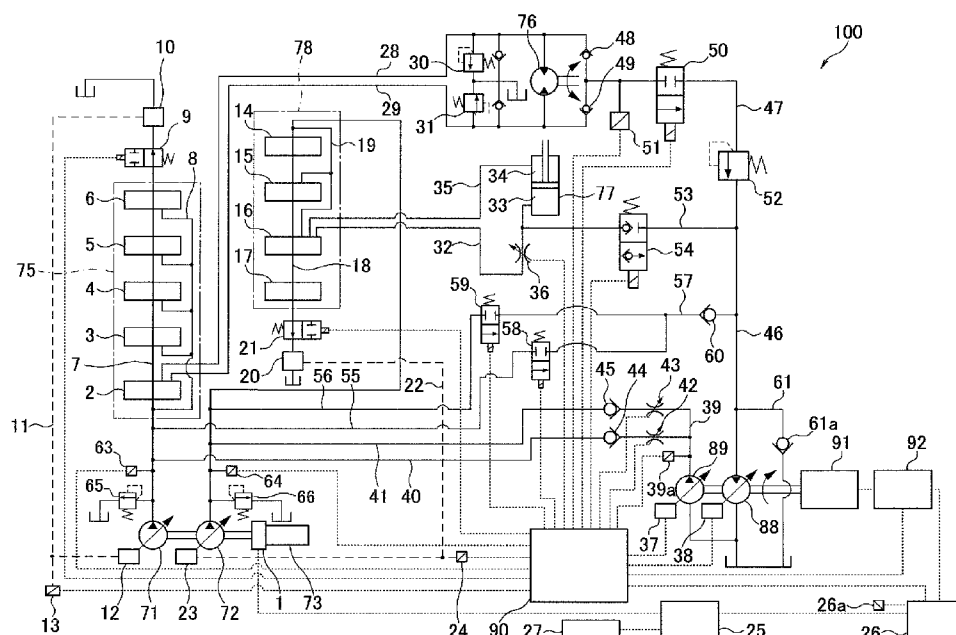
(10) 国際公開番号

WO 2017/204040 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) *F15B 21/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/018396
- (22) 国際出願日: 2017年5月16日(16.05.2017)
- (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 2016-102747 2016年5月23日(23.05.2016) JP
- (71) 出願人: K Y B 株式会社(KYB CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4
番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 江川 祐弘 (EGAWA, Masahiro);
〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4
番1号世界貿易センタービル K Y B
株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人後藤特許事務所(GOTOH
& PARTNERS); 〒1000013 東京都千代田区霞
が関三丁目3番1号尚友会館 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, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: CONTROL SYSTEM FOR HYBRID CONSTRUCTION MACHINE

(54) 発明の名称: ハイブリッド建設機械の制御システム



(57) **Abstract:** This control system (100) for a hybrid construction machine is provided with: first and second main pumps (71, 72); a regenerative motor (88) which is rotatably driven by a returning working fluid; a motor generator (91) connected to the regenerative motor (88); an assist pump (89) connected to the regenerative motor (88) and the motor generator (91); and a controller (90), wherein, when an assist pump drive force (L_a) is greater than a drive force limit value (L_{max}), the controller (90) controls the assist pump (89) or the motor generator (91) so that the assist pump drive force (L_a) is not

MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

greater than the drive force limit value (Lmax).

(57) 要約：ハイブリッド建設機械の制御システム（100）は、第1、第2メインポンプ（71、72）と、還流される作動流体によって回転駆動される回生モータ（88）と、回生モータ（88）に連結されるモータジェネレータ（91）と、回生モータ（88）及びモータジェネレータ（91）に連結されるアシストポンプ（89）と、コントローラ（90）と、を備え、コントローラ（90）は、アシストポンプ駆動力（L_a）が駆動力制限値（L_{max}）よりも大きい場合には、アシストポンプ駆動力（L_a）が駆動力制限値（L_{max}）以下となるように、アシストポンプ（89）またはモータジェネレータ（91）を制御する。

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ものである。

背景技術

[0002] J P 2 0 1 4 - 3 7 8 6 1 Aには、バッテリーの電力によって駆動される電動機とエンジンとが動力源として併用されるハイブリッド建設機械が開示されている。このハイブリッド建設機械では、アクチュエータから還流される作動油によって回生モータが回転駆動され、回生モータと同軸に設けられる発電機による回生電力をバッテリーに充電している。また、このハイブリッド建設機械は、回生モータ及び電動機に連結され、アクチュエータに作動油を供給可能なアシストポンプを備えている。

発明の概要

[0003] J P 2 0 1 4 - 3 7 8 6 1 Aに記載されたハイブリッド建設機械では、アシストポンプを駆動させるアシスト制御のみが行われる場合には、アクチュエータの操作量に応じた目標アシスト流量がアシストポンプから吐出されるようにアシストポンプの傾転角は適宜制御される。一方、アシスト制御と同時に回生制御が行われる場合には、所定のアシスト流量がアシストポンプから吐出されるようにアシストポンプの傾転角及び回転数は一定に制御される。このため、アクチュエータの負荷が上昇することでアクチュエータへの供給圧力、すなわち、アシストポンプの吐出圧が上昇した場合であってもアシストポンプの吐出量は変化せず、アシストポンプを回転駆動させる駆動力は吐出圧の上昇に伴って大きくなる。

[0004] つまり、アシスト制御と同時に回生制御が行われる場合、アシスト制御のみが行われる場合と比較して、アシストポンプを回転駆動させるための駆動力が過大となる。このため、アシスト制御と同時に回生制御が行われる場合には、回生エネルギーのほとんどがアシストポンプの駆動力として消費され、

電力としてバッテリーに充電される回生エネルギーの割合が減少する。この結果、ハイブリッド建設機械のシステム効率が低下するおそれがある。

[0005] 本発明は、アシストポンプの駆動力を適切に制限することによって、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることを目的とする。

[0006] 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は、流体圧アクチュエータに作動流体を供給する流体圧ポンプと、前記流体圧ポンプから吐出されて還流される作動流体によって回転駆動される回生モータと、前記回生モータに連結される回転電機と、前記回転電機によって発電された電力を貯める蓄電部と、前記回生モータ及び前記回転電機に連結され、前記流体圧アクチュエータに作動流体を供給可能な可変容量型のアシストポンプと、前記アシストポンプの吐出量が目標吐出量となるように前記アシストポンプを制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記アシストポンプに付与されるポンプ駆動力が予め定められたポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定した場合には、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値以下となるように、前記アシストポンプまたは前記回転電機を制御する。

図面の簡単な説明

[0007] [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、ハイブリッド建設機械の制御システムにおけるアシストポンプの駆動力制限制御のフローチャートである。

[図3]図3は、図2のフローチャートに続く部分のフローチャートである。

[図4]図4は、図3のフローチャートに続く部分のフローチャートである。

[図5]図5は、ハイブリッド建設機械の制御システムにおけるアシストポンプの駆動力制限制御の変形例のフローチャートである。

[図6]図6は、図5のフローチャートに続くフローチャートである。

[図7]図7は、図6のフローチャートに続くフローチャートである。

[図8]図8は、バッテリーの蓄電量に対する修正係数を示すグラフである。

[図9]図9は、アクチュエータの負荷に対する修正係数を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。

[0009] まず、図 1 を参照して、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 100 の全体構成について説明する。本実施形態では、ハイブリッド建設機械が油圧ショベルである場合について説明する。油圧ショベルでは、作動流体として作動油が用いられる。

[0010] 油圧ショベルは、流体圧ポンプとしての第 1、第 2 メインポンプ 71、72 を備える。第 1、第 2 メインポンプ 71、72 は、斜板の傾転角を調整可能な可変容量型ポンプである。第 1、第 2 メインポンプ 71、72 は、エンジン 73 によって駆動されて同軸回転する。

[0011] エンジン 73 には、エンジン 73 の余力を利用して発電する発電機 1 が設けられる。発電機 1 で発電された電力は、バッテリーチャージャー 25 を介して蓄電部としてのバッテリー 26 に充電される。バッテリーチャージャー 25 は、通常の家庭用の電源 27 に接続した場合にも、バッテリー 26 に電力を充電できる。

[0012] バッテリー 26 には、バッテリー 26 の温度を検出する温度センサ 26a と、バッテリー 26 の電圧を検出する電圧センサ（図示省略）と、が設けられる。温度センサ 26a は、検出したバッテリー 26 の温度に応じた電気信号を制御部としてのコントローラ 90 に出力する。

[0013] 第 1 メインポンプ 71 から吐出される作動油は、第 1 回路系統 75 に供給される。第 1 回路系統 75 は、上流側から順に、旋回モータ 76 を制御する操作弁 2 と、アームシリンダ（図示省略）を制御する操作弁 3 と、ブームシリンダ 77 を制御するブーム 2 速用の操作弁 4 と、予備用アタッチメント（図示省略）を制御する操作弁 5 と、左走行用の第 1 走行用モータ（図示省略）を制御する操作弁 6 と、を有する。これらの旋回モータ 76、アームシリンダ、ブームシリンダ 77、予備用アタッチメントに接続される油圧機器、及び第 1 走行用モータが、流体圧アクチュエータ（以下、単に「アクチュエータ」と称する。）に該当する。

- [0014] 各操作弁2～6は、第1メインポンプ71から各アクチュエータへ供給される吐出油の流量を制御して、各アクチュエータの動作を制御する。各操作弁2～6は、油圧ショベルのオペレータが操作レバーを手動操作することに伴って供給されるパイロット圧によって操作される。
- [0015] 各操作弁2～6は、互いに並列な中立流路7と平行流路8とを通じて第1メインポンプ71に接続されている。中立流路7における操作弁2の上流側には、第1メインポンプ71から中立流路7に供給される作動油の圧力を検出する第1供給圧力センサ63が設けられる。また、中立流路7における操作弁2の上流側には、中立流路7の作動油圧が所定のメインリリーフ圧を超えると開弁して、作動油圧をメインリリーフ圧以下に保つメインリリーフ弁65が設けられる。
- [0016] 中立流路7における操作弁6の下流側には、コントローラ90に接続されるソレノイドを有し中立流路7の作動油を遮断可能な開閉弁9が設けられる。開閉弁9は、ノーマル状態で全開状態を保つ。開閉弁9は、コントローラ90の指令によって閉状態に切り換えられる。
- [0017] 中立流路7における開閉弁9の下流側には、パイロット圧を生成するためのパイロット圧生成機構10が設けられる。パイロット圧生成機構10は、通過する作動油の流量が多ければ高いパイロット圧を生成し、通過する作動油の流量が少なければ低いパイロット圧を生成する。
- [0018] 中立流路7は、操作弁2～6の全てが中立位置又は中立位置近傍にある場合には、第1メインポンプ71から吐出された作動油の全部又は一部をタンクに導く。この場合、パイロット圧生成機構10を通過する流量が多くなるため、高いパイロット圧が生成される。
- [0019] 一方、操作弁2～6がフルストロークの状態に切り換えられると、中立流路7が閉ざされて作動油の流通がなくなる。この場合、パイロット圧生成機構10を通過する流量がほとんどなくなり、パイロット圧はゼロを保つことになる。ただし、操作弁2～6の操作量によっては、第1メインポンプ71から吐出された作動油の一部がアクチュエータに導かれ、残りが中立流路7

からタンクに導かれることになる。そのため、パイロット圧生成機構 10 は、中立流路 7 の作動油の流量に応じたパイロット圧を生成する。つまり、パイロット圧生成機構 10 は、操作弁 2～6 の操作量に応じたパイロット圧を生成する。

[0020] パイロット圧生成機構 10 にはパイロット流路 11 が接続される。パイロット流路 11 には、パイロット圧生成機構 10 にて生成されたパイロット圧が導かれる。パイロット圧生成機構 10 は、第 1 メインポンプ 71 の吐出容量（斜板の傾転角）を制御するレギュレータ 12 に接続される。

[0021] レギュレータ 12 は、パイロット流路 11 のパイロット圧と比例（比例定数は負の数）して第 1 メインポンプ 71 の斜板の傾転角を制御する。これにより、レギュレータ 12 は、第 1 メインポンプ 71 の 1 回転当たりの押し除け量を制御する。即ち、第 1 メインポンプ 71 の吐出量は、パイロット流路 11 のパイロット圧に応じて変化する。操作弁 2～6 がフルストロークに切り換えられて中立流路 7 の流れがなくなり、パイロット流路 11 のパイロット圧がゼロになれば、第 1 メインポンプ 71 の傾転角が最大になる。このとき、第 1 メインポンプ 71 の 1 回転当たりの押し除け量が最大になる。

[0022] パイロット流路 11 には、パイロット流路 11 の圧力を検出する第 1 圧力センサ 13 が設けられる。第 1 圧力センサ 13 によって検出された圧力は、圧力信号としてコントローラ 90 に出力される。

[0023] 第 2 メインポンプ 72 から吐出される作動油は、第 2 回路系統 78 に供給される。第 2 回路系統 78 は、上流側から順に、右走行用の第 2 走行用モータ（図示省略）を制御する操作弁 14 と、バケットシリンダ（図示省略）を制御する操作弁 15 と、ブームシリンダ 77 を制御する操作弁 16 と、アームシリンダ（図示省略）を制御するアーム 2 速用の操作弁 17 と、を有する。これらの第 2 走行用モータ、バケットシリンダ、ブームシリンダ 77、及びアームシリンダが、流体圧アクチュエータ（以下、単に「アクチュエータ」と称する。）に該当する。

[0024] 各操作弁 14～17 は、第 2 メインポンプ 72 から各アクチュエータへ供

給される吐出油の流量を制御して、各アクチュエータの動作を制御する。各操作弁 14～17 は、油圧ショベルのオペレータが操作レバーを手動操作することに伴って供給されるパイロット圧によって操作される。

[0025] 各操作弁 14～17 は、互いに並列な中立流路 18 とパラレル流路 19 とを通じて第 2 メインポンプ 72 に接続されている。中立流路 18 における操作弁 14 の上流側には、第 2 メインポンプ 72 から中立流路 18 に供給される作動油の圧力を検出する第 2 供給圧力センサ 64 が設けられる。また、中立流路 18 における操作弁 14 の上流側には、中立流路 18 の作動油圧が所定のメインリリーフ圧を超えると開弁して、作動油圧をメインリリーフ圧以下に保つメインリリーフ弁 66 が設けられる。

[0026] なお、メインリリーフ弁 65, 66 は、第 1 回路系統 75 と第 2 回路系統 78 との少なくともいずれか一方に設けられればよい。第 1 回路系統 75 と第 2 回路系統 78 とのうち一方のみにメインリリーフ弁が設けられる場合には、第 1 回路系統 75 と第 2 回路系統 78 との他方からも作動油が同じメインリリーフ弁に導かれるように接続される。このように、単一のメインリリーフ弁が設けられる場合には、メインリリーフ弁は、第 1 回路系統 75 と第 2 回路系統 78 とで共用される。また、この場合には、供給圧力センサも 1 つだけ設けられ、第 1 回路系統 75 と第 2 回路系統 78 とで共用される。

[0027] 中立流路 18 における操作弁 17 の下流側には、コントローラ 90 に接続されるソレノイドを有し中立流路 18 の作動油を遮断可能な開閉弁 21 が設けられる。開閉弁 21 は、ノーマル状態で全開状態を保つ。開閉弁 21 は、コントローラ 90 の指令によって閉状態に切り換えられる。

[0028] 中立流路 18 における開閉弁 21 の下流側には、パイロット圧を生成するためのパイロット圧生成機構 20 が設けられる。パイロット圧生成機構 20 は、第 1 メインポンプ 71 側のパイロット圧生成機構 10 と同じ機能を有するものである。

[0029] パイロット圧生成機構 20 にはパイロット流路 22 が接続される。パイロット流路 22 には、パイロット圧生成機構 20 にて生成されたパイロット圧

が導かれる。パイロット流路 22 は、第 2 メインポンプ 72 の吐出容量（斜板の傾転角）を制御するレギュレータ 23 に接続される。

[0030] レギュレータ 23 は、パイロット流路 22 のパイロット圧と比例（比例定数は負の数）して第 2 メインポンプ 72 の斜板の傾転角を制御する。これにより、レギュレータ 23 は、第 2 メインポンプ 72 の 1 回転当たりの押し除け量を制御する。即ち、第 2 メインポンプの吐出量は、パイロット流路 22 のパイロット圧に応じて変化する。操作弁 14～17 がフルストロークに切り換えられて中立流路 18 の流れがなくなり、パイロット流路 22 のパイロット圧がゼロになれば、第 2 メインポンプ 72 の傾転角が最大になる。このとき、第 2 メインポンプ 72 の 1 回転当たりの押し除け量が最大になる。

[0031] パイロット流路 22 には、パイロット流路 22 の圧力を検出する第 2 圧力センサ 24 が設けられる。第 2 圧力センサ 24 によって検出された圧力は、圧力信号としてコントローラ 90 に出力される。

[0032] 次に、旋回モータ 76 について説明する。

[0033] 操作弁 2 のアクチュエータポートには、旋回モータ 76 に連通する流路 28, 29 が接続される。流路 28, 29 には、それぞれリリーフ弁 30, 31 が接続される。操作弁 2 が中立位置に保たれているときには、アクチュエータポートは閉じられており、旋回モータ 76 は停止状態を維持する。

[0034] 旋回モータ 76 が停止している状態にて、操作弁 2 が中立位置から一方に切り換えられると、流路 28 が第 1 メインポンプ 71 に接続され、流路 29 がタンクに連通する。これにより、流路 28 から作動油が供給されて旋回モータ 76 が一方向に回転すると共に、旋回モータ 76 からの戻り油が流路 29 を通じてタンクに戻される。操作弁 2 が他方に切り換えられると、流路 29 が第 1 メインポンプ 71 に接続され、流路 28 がタンクに連通する。これにより、流路 29 から作動油が供給されて旋回モータ 76 が他方向に回転すると共に、旋回モータ 76 からの戻り油が流路 28 を通じてタンクに戻される。

[0035] 次に、ブームシリンダ 77 について説明する。

- [0036] 操作弁 16 のアクチュエータポートには、ブームシリンダ 77 に連通する流路 32, 35 が接続される。操作弁 16 が中立位置に保たれているときには、アクチュエータポートは閉じられており、ブームシリンダ 77 は停止状態を維持する。
- [0037] ブームシリンダ 77 が停止している状態にて、操作弁 16 が中立位置から一方に切り換えられると、第 2 メインポンプ 72 から吐出された作動油が流路 32 を通じてブームシリンダ 77 のピストン側室 33 に供給されると共に、ロッド側室 34 からの戻り油が流路 35 を通じてタンクに戻される。これにより、ブームシリンダ 77 は伸長する。操作弁 16 が他方に切り換えられると、第 2 メインポンプ 72 から吐出された作動油が流路 35 を通じてブームシリンダ 77 のロッド側室 34 に供給されると共に、ピストン側室 33 からの戻り油が流路 32 を通じてタンクに戻される。これにより、ブームシリンダ 77 は収縮する。
- [0038] 第 1 回路系統 75 のブーム 2 速用の操作弁 3 は、ブーム操作レバーの操作量に応じて操作弁 16 と連動して切り換えられる。ブームシリンダ 77 のピストン側室 33 と操作弁 16 とを接続する流路 32 には、コントローラ 90 によって開度が制御される電磁比例絞り弁 36 が設けられる。電磁比例絞り弁 36 はノーマル状態で全開位置を保つ。
- [0039] ハイブリッド建設機械の制御システム 100 は、旋回モータ 76 及びブームシリンダ 77 からの作動油のエネルギーを回収する回生制御を実行する回生装置を備える。以下では、その回生装置について説明する。
- [0040] 回生装置による回生制御は、コントローラ 90 によって実行される。コントローラ 90 は、回生制御を実行する CPU（中央演算処理装置）と、CPU の処理動作に必要な制御プログラムや設定値等が記憶された ROM（リードオンリメモリ）と、各種センサが検出した情報を一時的に記憶する RAM（ランダムアクセスメモリ）と、を備える。
- [0041] まず、旋回モータ 76 からの作動油を利用してエネルギー回生を行う旋回回生制御について説明する。

- [0042] 旋回モータ 76 に接続される流路 28, 29 は、旋回モータ 76 からの作動油を回生用の回生モータ 88 に導くための旋回回生流路 47 に接続される。流路 28, 29 のそれぞれには、旋回回生流路 47 への作動油の流れのみを許容するチェック弁 48, 49 が設けられる。旋回回生流路 47 は、合流回生流路 46 を通じて回生モータ 88 に接続される。
- [0043] 回生モータ 88 は、斜板の傾転角が調整可能な可変容量型モータであり、発電機兼用の回転電機としてのモータジェネレータ 91 と同軸回転するように連結されている。回生モータ 88 は、旋回モータ 76 やブームシリンダ 77 から合流回生流路 46 を通じて還流される作動油によって回転駆動される。また、回生モータ 88 は、後述する余剰流量回生を実行する場合には、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 から吐出されて還流される作動油によって回転駆動される。回生モータ 88 の斜板の傾転角は、傾転角制御器 38 にて制御される。傾転角制御器 38 は、コントローラ 90 の出力信号にて制御される。
- [0044] 回生モータ 88 は、モータジェネレータ 91 を回転駆動可能である。モータジェネレータ 91 が発電機として機能した場合には、発電された回生電力はインバータ 92 を介してバッテリー 26 に充電される。回生モータ 88 とモータジェネレータ 91 とは、直接連結されてもよいし、減速機を介して連結されてもよい。
- [0045] 回生モータ 88 の上流には、回生モータ 88 への作動油の供給量が充分でなくなった場合に、タンクから合流回生流路 46 に作動油を吸い上げて回生モータ 88 へ供給する吸上流路 61 が接続される。吸上流路 61 には、タンクから合流回生流路 46 への作動油の流れのみを許容するチェック弁 61a が設けられる。
- [0046] 旋回回生流路 47 には、コントローラ 90 から出力される信号にて切り換え制御される電磁切換弁 50 が設けられる。電磁切換弁 50 とチェック弁 48, 49 との間には、旋回モータ 76 の旋回動作時の旋回圧力又はブレーキ動作時のブレーキ圧力を検出する圧力センサ 51 が設けられる。圧力センサ

５１にて検出された圧力は、圧力信号としてコントローラ９０に出力される。

[0047] 流路２８，２９を通じて供給される作動油によって旋回モータ７６が旋回している際に操作弁２が中立位置に切り換えられるブレーキ動作時には、旋回モータ７６のポンプ作用によって吐出された作動油がチェック弁４８，４９を通じて旋回回生流路４７に流入し、回生モータ８８に導かれる。

[0048] 旋回回生流路４７における電磁切換弁５０の下流側には、安全弁５２が設けられる。安全弁５２は、例えば旋回回生流路４７の電磁切換弁５０などに異常が生じた場合に、流路２８，２９の圧力を維持して旋回モータ７６が逸走することを防止するものである。

[0049] コントローラ９０は、圧力センサ５１の検出圧力が旋回回生開始圧力 P_t 以上になったと判定した場合には、電磁切換弁５０のソレノイドを励磁する。これにより、電磁切換弁５０が開位置に切り換わって旋回回生が開始される。コントローラ９０は、圧力センサ５１の検出圧力が旋回回生開始圧力 P_t 未満になったと判定した場合には、電磁切換弁５０のソレノイドを非励磁にする。これにより、電磁切換弁５０が閉位置に切り換わって旋回回生が停止する。

[0050] コントローラ９０には、上述の旋回回生制御を実行するために、旋回回生制御状態にあるか否かを判別するための旋回回生開始圧力 P_t と、旋回回生制御を実行する際のモータジェネレータ９１の目標回転数である旋回回生時回転数 N_r と、が記憶されている。

[0051] 次に、ブームシリンダ７７からの作動油を利用してエネルギー回生を行うブーム回生制御について説明する。

[0052] 流路３２には、ピストン側室３３と電磁比例絞り弁３６との間から分岐するブーム回生流路５３が接続される。ブーム回生流路５３は、ピストン側室３３からの戻り作動油を回生モータ８８に導くための流路である。旋回回生流路４７とブーム回生流路５３とは合流して合流回生流路４６に接続される。

- [0053] ブーム回生流路 53 には、コントローラ 90 から出力される信号にて切り換え制御される電磁切換弁 54 が設けられる。電磁切換弁 54 は、ソレノイドが非励磁のときに閉位置（図示の状態）に切り換えられ、ブーム回生流路 53 を遮断する。電磁切換弁 54 は、ソレノイドが励磁されたときに開位置に切り換えられ、ブーム回生流路 53 を開通してピストン側室 33 から合流回生流路 46 への作動油の流れのみを許容する。
- [0054] コントローラ 90 は、操作弁 16 の操作方向とその操作量とを検出するセンサ（図示省略）の検出結果に基づいて、オペレータがブームシリンダ 77 を伸長させようとしているか、又は収縮させようとしているかを判定する。コントローラ 90 は、ブームシリンダ 77 の伸長動作を判定すると、電磁比例絞り弁 36 をノーマル状態である全開位置に保つと共に、電磁切換弁 54 を閉位置に保つ。一方、コントローラ 90 は、ブームシリンダ 77 の収縮動作を判定すると、操作弁 16 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 77 の収縮速度を演算すると共に、電磁比例絞り弁 36 を閉じて電磁切換弁 54 を開位置に切り換える。これにより、ブームシリンダ 77 からの戻り作動油の全量が回生モータ 88 に導かれ、ブーム回生が実行される。
- [0055] コントローラ 90 には、上述のブーム回生制御が実行される際のモータジェネレータ 91 の目標回転数であるブーム回生時回転数 N_b が記憶されている。
- [0056] 次に、中立流路 7, 18 からの作動油のエネルギーを回収してエネルギー回生を行う余剰流量回生制御について説明する。余剰流量回生制御は、旋回回生制御及びブーム回生制御と同様にコントローラ 90 によって実行される。
- [0057] 第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 には、それぞれ流路 55, 56 が接続される。流路 55, 56 には、それぞれ電磁弁 58, 59 が設けられる。流路 55, 56 は、第 1, 第 2 回路系統 75, 78 の上流側で、それぞれ第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 に接続されている。電磁弁 58, 59 は、コントローラ 90 に接続されるソレノイドを有する。

- [0058] 電磁弁 58, 59 は、ソレノイドが非励磁のときには、閉位置（図示の位置）に切り換えられ、ソレノイドが励磁されたときに開位置に切り換えられる。電磁弁 58, 59 は、合流流路 57 及びチェック弁 60 を介して回生モータ 88 に接続される。
- [0059] コントローラ 90 は、第 1 供給圧力センサ 63 の検出値がメインリリーフ弁 65 のメインリリーフ圧に近い値であると判断した場合には、電磁弁 58 のソレノイドを励磁する。これにより、電磁弁 58 が開位置に切り換えられる。このとき、コントローラ 90 は、開閉弁 9 のソレノイドを励磁して、開閉弁 9 を閉状態に切り換える。これにより、第 1 メインポンプ 71 から吐出されメインリリーフ弁 65 を通じてタンクに排出されていた作動油は、流路 55 を通って合流回生流路 46 に導かれ、第 1 回路系統 75 の余剰流量回生が実行される。
- [0060] 同様に、コントローラ 90 は、第 2 供給圧力センサ 64 の検出値がメインリリーフ弁 66 のメインリリーフ圧に近い値であると判断した場合には、電磁弁 59 のソレノイドを励磁する。これにより、電磁弁 59 が開位置に切り換えられる。このとき、コントローラ 90 は、開閉弁 21 のソレノイドを励磁して、開閉弁 21 を閉状態に切り換える。これにより、第 2 メインポンプ 72 から吐出されメインリリーフ弁 66 を通じてタンクに排出されていた作動油は、流路 56 を通って合流回生流路 46 に導かれ、第 2 回路系統 78 の余剰流量回生が実行される。
- [0061] このように、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 から吐出された作動油は、電磁弁 58, 59 を経由して回生モータ 88 に供給され、回生モータ 88 を回転駆動する。回生モータ 88 は、モータジェネレータ 91 を回転駆動して発電させる。モータジェネレータ 91 にて発電された電力は、インバータ 92 を介してバッテリー 26 に充電される。これにより、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 から吐出される作動油の余剰流量による余剰流量回生が実行される。
- [0062] 次に、アシストポンプ 89 から吐出される作動油のエネルギーによって第 1

メインポンプ 7 1 及び第 2 メインポンプ 7 2 の出力をアシストするアシスト制御について説明する。

- [0063] アシストポンプ 8 9 は、回生モータ 8 8 と同軸回転する。アシストポンプ 8 9 は、モータジェネレータ 9 1 を電動モータとして使用したときの駆動力と、回生モータ 8 8 による駆動力と、によって回転する。モータジェネレータ 9 1 の回転数等は、インバータ 9 2 に接続されたコントローラ 9 0 によって制御される。また、アシストポンプ 8 9 の斜板の傾転角は、傾転角制御器 3 7 にて制御される。傾転角制御器 3 7 は、コントローラ 9 0 の出力信号にて制御される。
- [0064] アシストポンプ 8 9 の吐出流路 3 9 は、第 1 メインポンプ 7 1 の吐出側に合流する第 1 アシスト流路 4 0 と、第 2 メインポンプ 7 2 の吐出側に合流する第 2 アシスト流路 4 1 と、に分岐する。吐出流路 3 9 には、アシストポンプ 8 9 の吐出圧力 P_a を検出する吐出圧力検出部としての圧力センサ 3 9 a が設けられる。圧力センサ 3 9 a にて検出された圧力は、圧力信号としてコントローラ 9 0 に出力される。
- [0065] 第 1, 第 2 アシスト流路 4 0, 4 1 のそれぞれには、コントローラ 9 0 の出力信号によって開度が制御される第 1, 第 2 電磁比例絞り弁 4 2, 4 3 が設けられる。また、第 1, 第 2 アシスト流路 4 0, 4 1 には、第 1, 第 2 電磁比例絞り弁 4 2, 4 3 の下流に、アシストポンプ 8 9 から第 1, 第 2 メインポンプ 7 1, 7 2 への作動油の流れのみを許容するチェック弁 4 4, 4 5 がそれぞれ設けられる。
- [0066] コントローラ 9 0 には、上述のアシスト制御を実行するために、boom シリンダ 7 7 を伸長させる方向への操作レバーの操作量に相当する操作弁 1 6 の変位量（アシスト制御指令）に対するアシスト流量 Q_a 及び各アクチュエータを操作する操作レバーの操作量に相当する各操作弁 2, 3, 5, 6, 1 4, 1 5, 1 7 の変位量（アシスト制御指令）に対するアシスト流量 Q_a が演算式またはマップとして記憶されるとともに、アシスト制御を実行する際のモータジェネレータ 9 1 の目標回転数であるアシスト時回転数 N_a が記憶

されている。

[0067] 続いて、ハイブリッド建設機械の制御システム100においてアシストポンプ89を回転駆動させるために付与されるポンプ駆動力としてのアシストポンプ駆動力 L_a を制限するアシストポンプ駆動力制限制御について説明する。

[0068] 例えば、アシストポンプ89の傾転角 α 及び回転数が一定であるアシスト制御が行われているときに、各アクチュエータの負荷が上昇することで各アクチュエータへの作動油の供給圧力、すなわち、アシストポンプ89の吐出圧が上昇すると、アシストポンプ89を回転駆動させるアシストポンプ駆動力 L_a は吐出圧の上昇に伴って大きくなる。このように、アシスト制御を実行する際に、アシストポンプ89を回転駆動させるために付与されるアシストポンプ駆動力 L_a が過大となると、回生制御中であれば、回生モータ88によって回生されたエネルギーのほとんどがアシストポンプ89の駆動力として費やされ、回生制御中でなければ、バッテリー26に充電された電気エネルギーが無駄に消費されることとなる。

[0069] このように回生エネルギーが無駄に消費されると、ハイブリッド建設機械のシステム効率が低下してしまう。これを防止するために、本実施形態では、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が予め定められた後述の駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} よりも大きい場合には、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} 以下となるように、アシストポンプ89またはモータジェネレータ91を制御するアシストポンプ駆動力制限制御が行われる。

[0070] コントローラ90には、アシストポンプ駆動力制限制御を実行するために、ブーム回生制御時にアシスト制御が行われる場合のアシストポンプ駆動力 L_a を制限するポンプ駆動力制限値としての第1駆動力制限値 L_{max1} と、旋回回生制御時にアシスト制御が行われる場合のアシストポンプ駆動力 L_a を制限するポンプ駆動力制限値としての第2駆動力制限値 L_{max2} と、ブーム回生制御及び旋回回生制御が行われておらず、アシストポンプ89を

モータジェネレータ 91 により回転駆動させるアシスト制御のみが行われる場合のアシストポンプ駆動力 L_a を制限するポンプ駆動力制限値としての第 3 駆動力制限値 L_{max3} と、が記憶されている。

[0071] これら駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} は、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} に制限されることでアシストポンプ駆動力 L_a が過大となることが抑制され、ハイブリッド建設機械のシステム効率が高い状態に維持されるように設定される。

[0072] 以下に、コントローラ 90 によって実行されるアシストポンプ駆動力制限制御について、図 2～4 に示されるフローチャートを参照して具体的に説明する。

[0073] 最初に、ステップ S11 において、コントローラ 90 は、油圧ショベルがオペレータによってどのように操作されているかを把握するために、各操作弁 2～6、14～17 の変位及び圧力センサ 51 で検出された圧力値を取り込む。なお、本ステップにおいてコントローラ 90 に取り込まれるパラメータとしては、各操作弁 2～6、14～17 の変位に限定されず、各操作弁 2～6、14～17 の変位に相当するものであればどのようなパラメータでもよく、例えば、オペレータによって操作される各操作レバーの操作量等であってもよい。

[0074] 次に、ステップ S12 において、コントローラ 90 は、ステップ S11 で取り込まれたブームシリンダ 77 の操作弁 16 の変位に基づいて、ブーム回生制御を実行するか否か、すなわち、ブーム回生制御が実行可能な状態にあるか否かを判定する。具体的には、操作弁 16 の変位量及び変位方向からブームシリンダ 77 が収縮状態にあると判明した場合にはブーム回生制御を実行可能な状態にあると判定し、ブームシリンダ 77 が伸長状態または停止状態にあると判明した場合にはブーム回生制御が実行可能な状態にないと判定する。

[0075] ステップ S12 において、ブーム回生制御を実行すると判定された場合に

は、ステップS 1 3に進み、ブーム回生制御に必要なパラメータの設定がコントローラ90で行われる。ステップS 1 3において、コントローラ90は、操作弁16の変位量に基づき回生モータ88に流入するブーム回生流量 Q_b を演算するとともに、モータジェネレータ91の回転数 N を予め定められたブーム回生時回転数 N_b に設定する。さらに、コントローラ90は、回生モータ88の傾転角 β を第1傾転角 β_1 に設定する。第1傾転角 β_1 は、ブーム回生時回転数 N_b で回転するモータジェネレータ91と同期して回転する回生モータ88に流入する作動油の流量が、演算されたブーム回生流量 Q_b となるときの傾転角である。このように回生モータ88の傾転角 β が第1傾転角 β_1 に設定されることでブームの下げ速度は所定の速度に制御される。

[0076] 続くステップS 1 4では、コントローラ90は、ステップS 1 1で取り込まれた各操作弁2～6，14～17の変位量に基づいて、アシスト制御を実行するか否か、すなわち、アシストポンプ89によるアシストが必要な状態にあるか否かを判定する。具体的には、何れかの操作弁2～6，14～17の変位量が大きく、何れかのアクチュエータに対して、第1メインポンプ71及び第2メインポンプ72に加えてアシストポンプ89から作動油を供給する必要がある場合には、アシスト制御が必要であると判定される。一方、各操作弁2～6，14～17の変位量が小さく、第1，第2メインポンプ71，72の吐出量で十分に各アクチュエータを駆動させることができる場合には、アシスト制御が不要であると判定される。

[0077] ステップS 1 4において、アシスト制御を実行すると判定された場合には、ステップS 1 5に進み、アシスト流量 Q_a の演算及びアシストポンプ89の傾転角 α の設定がコントローラ90で行われる。一方、ステップS 1 4において、アシスト制御の実行が不要であると判定された場合には、ステップS 2 0に進み、アシストポンプ89の傾転角 α はゼロに設定される。

[0078] ステップS 1 5において、コントローラ90は、記憶された演算式またはマップを用いて各操作弁2～6，14～17の変位量に基づきアシストポン

プ89から吐出すべきアシスト流量 Q_a を演算し、アシストポンプ89の吐出量が演算されたアシスト流量 Q_a となるように、アシストポンプ89の傾転角 α を第1目標傾転角 α_1 に設定する。第1目標傾転角 α_1 は、ブーム回生時回転数 N_b で回転するモータジェネレータ91と同期して回転するアシストポンプ89から演算されたアシスト流量 Q_a が吐出されるとき傾転角である。

[0079] さらに、ステップS16において、コントローラ90は、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が第1駆動力制限値 L_{max1} となるときの第1制限傾転角 α_{max1} を演算する。具体的には、コントローラ90は、圧力センサ39aによって検出されたアシストポンプ89の吐出圧力 P_a と、ステップS15で演算されたアシスト流量 Q_a と、モータジェネレータ91のブーム回生時回転数 N_b と、を用いて下記式(1)により第1制限傾転角 α_{max1} を演算する。

[0080] [式1]

$$\alpha_{max1} = \kappa_1 * L_{max1} / (P_a * N_b) \quad \dots (1)$$

なお、 κ_1 は、アシストポンプ89の最大押しのけ容積、モータジェネレータ91とアシストポンプ89との間の減速比、及びアシストポンプ89の容積効率によって決まる定数である。

[0081] ステップS17では、ステップS15で設定された第1目標傾転角 α_1 と、ステップS16で演算された第1制限傾転角 α_{max1} と、が比較される。

[0082] ここで、第1目標傾転角 α_1 が第1制限傾転角 α_{max1} よりも大きいときは、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が第1駆動力制限値 L_{max1} を超えており、回生モータ88で回生されたエネルギーが無駄に消費されていることを意味する。このため、ステップS17において、第1目標傾転角 α_1 が第1制限傾転角 α_{max1} よりも大きいと判定されると、ステップS18に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第1制限傾転角 α_{max1} に変更する。アシストポンプ89の傾転角 α が

小さくなることでアシストポンプ 89 から吐出される流量は低下するが、アシストポンプ 89 のアシストポンプ駆動力 L_a が低減された分だけ回生モータ 88 で回生されたエネルギーは、電力としてバッテリー 26 に充電される。また、アシストポンプ 89 が回生モータ 88 及びモータジェネレータ 91 によって回転駆動される場合、すなわち、モータジェネレータ 91 が力行状態である場合には、モータジェネレータ 91 が消費する電力が低減され、バッテリー 26 の充電量の減少が抑制される。このように、アシストポンプ 89 の傾転角 α を制限することによりアシストポンプ駆動力 L_a を適正に制御することが可能となり、結果として、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることができる。

[0083] 一方、ステップ S 17 において、第 1 目標傾転角 α_1 が第 1 制限傾転角 α_{max1} 以下であると判定されると、ステップ S 19 に進み、コントローラ 90 は、アシストポンプ 89 の傾転角 α を第 1 目標傾転角 α_1 に維持する。

[0084] 次に、図 3 を参照し、ステップ S 12 において、ブーム回生制御を実行しないと判定された場合について説明する。

[0085] ステップ S 12 において、ブーム回生制御が実行可能な状態にないと判定された場合には、ステップ S 21 に進み、コントローラ 90 は、旋回回生制御を実行するか否か、すなわち、旋回回生制御が実行可能な状態にあるか否かを判定する。具体的には、コントローラ 90 は、ステップ S 11 で取り込まれた圧力センサ 51 の検出値が旋回回生開始圧力 P_t 以上になった場合には旋回回生制御が実行可能な状態にあると判定し、圧力センサ 51 の検出値が旋回回生開始圧力 P_t 未満である場合には旋回回生制御が実行可能な状態にないと判定する。

[0086] ステップ S 21 において、旋回回生制御を実行すると判定された場合には、ステップ S 22 に進み、旋回回生制御に必要なパラメータの設定がコントローラ 90 で行われる。ステップ S 22 において、コントローラ 90 は、モータジェネレータ 91 の回転数 N を予め定められた旋回回生時回転数 N_r に設定し、旋回回生時回転数 N_r で回転するモータジェネレータ 91 と同期し

て回転する回生モータ 88 の傾転角 β を第 2 傾転角 β_2 に設定する。第 2 傾転角 β_2 は、圧力センサ 51 の検出値が旋回回生開始圧力 P_t を維持するように設定される。

[0087] 続くステップ S 23 では、コントローラ 90 は、ステップ S 11 で取り込まれた各操作弁 2～6, 14～17 の変位量に基づいて、アシスト制御を実行するか否か、すなわち、アシストポンプ 89 によるアシストが必要な状態にあるか否かを判定する。具体的には、何れかの操作弁 2～6, 14～17 の変位量が大きく、何れかのアクチュエータに対して、第 1 メインポンプ 71 及び第 2 メインポンプ 72 に加えてアシストポンプ 89 から作動油を供給する必要がある場合には、アシスト制御が必要であると判定される。一方、各操作弁 2～6, 14～17 の変位量が小さく、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 の吐出量で十分に各アクチュエータを駆動させることができる場合には、アシスト制御が不要であると判定される。

[0088] ステップ S 23 において、アシスト制御を実行すると判定された場合には、ステップ S 24 に進み、アシスト流量 Q_a の演算及びアシストポンプ 89 の傾転角 α の設定がコントローラ 90 で行われる。一方、ステップ S 23 において、アシスト制御の実行が不要であると判定された場合には、ステップ S 29 に進み、アシストポンプ 89 の傾転角 α はゼロに設定される。

[0089] ステップ S 24 において、コントローラ 90 は、記憶された演算式またはマップを用いて各操作弁 2～6, 14～17 の変位量に基づきアシストポンプ 89 から吐出すべきアシスト流量 Q_a を演算し、アシストポンプ 89 の吐出量が演算されたアシスト流量 Q_a となるように、アシストポンプ 89 の傾転角 α を第 2 目標傾転角 α_2 に設定する。第 2 目標傾転角 α_2 は、旋回回生時回転数 N_r で回転するモータジェネレータ 91 と同期して回転するアシストポンプ 89 から演算されたアシスト流量 Q_a が吐出されるときにの傾転角である。

[0090] さらに、ステップ S 25 において、コントローラ 90 は、アシストポンプ 89 のアシストポンプ駆動力 L_a が第 2 駆動力制限値 L_{max2} となると

の第2制限傾転角 α_{max2} を演算する。具体的には、コントローラ90は、圧力センサ39aによって検出されたアシストポンプ89の吐出圧力 P_a と、ステップS24で演算されたアシスト流量 Q_a と、モータジェネレータ91の旋回回生時回転数 N_r と、を用いて下記式(2)により第2制限傾転角 α_{max2} を演算する。

[0091] [式2]

$$\alpha_{max2} = \kappa_1 * L_{max2} / (P_a * N_r) \quad \dots (2)$$

なお、 κ_1 は、アシストポンプ89の最大押しのけ容積、モータジェネレータ91とアシストポンプ89との間の減速比、及びアシストポンプ89の容積効率によって決まる定数である。

[0092] ステップS26では、ステップS24で設定された第2目標傾転角 α_2 と、ステップS25で演算された第2制限傾転角 α_{max2} と、が比較される。

[0093] ここで、第2目標傾転角 α_2 が第2制限傾転角 α_{max2} よりも大きいときは、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が第2駆動力制限値 L_{max2} を超えており、回生モータ88で回生されたエネルギーが無駄に消費されていることを意味する。このため、ステップS26において、第2目標傾転角 α_2 が第2制限傾転角 α_{max2} よりも大きいと判定されると、ステップS27に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角を第2制限傾転角 α_{max2} に変更する。アシストポンプ89の傾転角が小さくなることでアシストポンプ89から吐出される流量も低下するが、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が低減された分だけ回生モータ88で回生されたエネルギーは、電力としてバッテリー26に充電される。また、アシストポンプ89が回生モータ88及びモータジェネレータ91によって回転駆動される場合、すなわち、モータジェネレータ91が力行状態である場合には、モータジェネレータ91が消費する電力が低減され、バッテリー26の充電量の減少が抑制される。このように、アシストポンプ89の傾転角 α を制限することによりアシストポンプ駆動力 L_a を適正に制御することが

可能となり、結果として、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることができる。

[0094] 一方、ステップS 2 6において、第2目標傾転角 α_2 が第2制限傾転角 α_{max2} 以下であると判定されると、ステップS 2 8に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第2目標傾転角 α_2 に維持する。

[0095] 続いて、図4を参照し、ステップS 2 1において、旋回回生制御を実行しないと判定された場合について説明する。

[0096] ステップS 2 1において、旋回回生制御が実行可能な状態にないと判定された場合には、ステップS 3 0に進み、コントローラ90は、回生モータ88の傾転角 β をゼロに設定し、ブーム回生制御及び旋回回生制御が行われない状態とする。

[0097] 続くステップS 3 1では、コントローラ90は、ステップS 1 1で取り込まれた各操作弁2～6，14～17の変位量に基づいて、アシスト制御を実行するか否か、すなわち、アシストポンプ89によるアシストが必要な状態にあるか否かを判定する。具体的には、何れかの操作弁2～6，14～17の変位量が大きく、何れかのアクチュエータに対して、第1メインポンプ71及び第2メインポンプ72に加えてアシストポンプ89から作動油を供給する必要がある場合には、アシスト制御が必要であると判定される。一方、各操作弁2～6，14～17の変位量が小さく、第1，第2メインポンプ71，72の吐出量で十分に各アクチュエータを駆動させることができる場合には、アシスト制御が不要であると判定される。

[0098] ステップS 3 1において、アシスト制御を実行すると判定された場合には、ステップS 3 2に進み、アシスト流量 Q_a の演算，モータジェネレータ91の回転数 N 及びアシストポンプ89の傾転角 α の設定がコントローラ90で行われる。一方、ステップS 3 1において、アシスト制御の実行が不要であると判定された場合には、ステップS 3 7に進み、アシストポンプ89の傾転角 α 及びモータジェネレータ91の回転数 N はゼロに設定される。

[0099] ステップS 3 2において、コントローラ90は、記憶された演算式または

マップを用いて各操作弁 2～6， 14～17 の変位置に基づきアシストポンプ 89 から吐出すべきアシスト流量 Q_a 及びアシストポンプ 89 を回転駆動させるモータジェネレータ 91 のアシスト時回転数 N_a を演算し、アシストポンプ 89 の吐出量が演算されたアシスト流量 Q_a となるように、アシストポンプ 89 の傾転角 α を第 3 目標傾転角 α_3 に設定する。第 3 目標傾転角 α_3 は、アシスト時回転数 N_a で回転するモータジェネレータ 91 によって回転駆動されるアシストポンプ 89 から演算されたアシスト流量 Q_a が吐出されるとき傾転角である。

[0100] さらに、ステップ S 33 において、コントローラ 90 は、アシストポンプ 89 を回転駆動させるモータジェネレータ 91 の出力である回転電機出力としてのモータ出力 P 、すなわち、アシストポンプ 89 のアシストポンプ駆動力 L_a が第 3 駆動力制限値 L_{max3} となるときモータジェネレータ 91 の回転数である制限回転数 N_{max} を演算する。具体的には、コントローラ 90 は、モータジェネレータ 91 の実トルク T をインバータ 92 からモータジェネレータ 91 に供給される電流値から演算し、下記式 (3) により制限回転数 N_{max} を演算する。

[0101] [式 3]

$$N_{max} = \kappa_2 * L_{max3} / T \quad \dots (3)$$

なお、 κ_2 は、定数である。

[0102] ステップ S 34 では、ステップ S 32 で設定されたアシスト時回転数 N_a と、ステップ S 33 で演算された制限回転数 N_{max} と、が比較される。

[0103] ここで、アシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きいときは、アシストポンプ 89 を回転駆動させるモータジェネレータ 91 のモータ出力 P 、すなわち、アシストポンプ 89 のアシストポンプ駆動力 L_a が、第 3 駆動力制限値 L_{max3} を超えており、バッテリー 26 に蓄電された電気エネルギーが無駄に消費されていることを意味する。このため、ステップ S 34 において、アシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きいと判定されると、ステップ S 35 に進み、コントローラ 90 は、モータジェネレータ

91の回転数 N を制限回転数 N_{max} に変更する。モータジェネレータ91の回転数 N が低くなることでアシストポンプ89から吐出される流量も低下するが、アシストポンプ89を回転駆動させるモータジェネレータ91が消費する電力が低減された分だけバッテリー26の充電量の減少が抑制される。このように、モータジェネレータ91の回転数 N を制限することによりアシストポンプ駆動力 L_a を適正に制御することが可能となり、結果として、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることができる。

[0104] 一方、ステップS34において、アシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} 以下であると判定されると、ステップS36に進み、コントローラ90は、モータジェネレータ91の回転数 N をアシスト時回転数 N_a に維持する。

[0105] なお、ステップS34では、モータジェネレータ91の回転数を比較することによって、アシストポンプ89のアシストポンプ駆動力 L_a が制限値に達しているか否かを判定し、判定結果に応じてモータジェネレータ91の回転数を変更または維持している。これに代えて、ステップS17及びステップS26と同様に、アシストポンプ89の傾転角を比較し、判定結果に応じてアシストポンプ89の傾転角を変更または維持することも可能である。

[0106] しかしながら、アシストポンプ89のポンプ効率は、傾転角が小さくなるほど低下する。このため、アシストポンプ駆動力 L_a を制限するためにアシストポンプ89の傾転角を小さくした場合、ポンプ効率が低下することによって、ハイブリッド建設機械の全体的なシステム効率が低下するおそれがある。また、回生制御が行われず、アシスト制御のみが行われる場合には、モータジェネレータ91の回転数を変化させても回生効率に影響を及ぼすことはない。さらに、可変容量型のポンプでは、傾転角の変化にヒステリシス特性があるため、傾転角が指令通りに変化しない場合がある一方、モータジェネレータ91の回転数の変更は、電氣的に行われるため精度及び応答性がよい。これらの理由から、ステップS34及びステップS35では、アシストポンプ89の傾転角ではなく、モータジェネレータ91の回転数を比較、変

更等する方が好ましい。

[0107] ステップS 18～20及びステップS 27～S 29における処理が終了すると、図2に示されるように、ステップS 38に移行する。ステップS 38において、コントローラ90は、モータジェネレータ91の回生電力を制限する制御を実行する。

[0108] 例えば、バッテリー26の充電量が高い場合には、回生制御時にモータジェネレータ91で発電された電気エネルギーのすべてをバッテリー26に回収することができない状態となるおそれがある。このため、コントローラ90は、ステップS 38において、このような状態が予測される場合には、アシストポンプ89の傾転角 α や回生モータ88の傾転角 β を適宜調整し、モータジェネレータ91の発電量を制限する。なお、モータジェネレータ91の発電量を制限するために調整されるのは、アシストポンプ89の傾転角 α や回生モータ88の傾転角 β に限定されず、電磁比例絞り弁36や電磁切換弁50、54の開度等であってもよい。

[0109] ステップS 35～38における処理が終了すると再びスタートに戻り、コントローラ90は、ハイブリッド建設機械がオペレータにより運転されている間、図2～4に示されるフローチャートの処理を繰り返し実行する。

[0110] 以上の実施形態によれば、以下に示す効果を奏する。

[0111] ハイブリッド建設機械の制御システム100では、アシストポンプ89に付与されるアシストポンプ駆動力 L_a が予め定められた駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} 以下となるように制限される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a が過大となることが抑制されることで、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることが抑制され、電力としてバッテリー26に充電される回生エネルギーを増加させることができる。この結果、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることができる。

[0112] 次に、上記実施形態の変形例について説明する。

[0113] 上記実施形態では、ステップS 17において、アシストポンプ89の第1

目標傾転角 α_1 と第1制限傾転角 α_{max1} とを比較している。これに代えて、アシストポンプ89の実際の駆動力である第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} を演算し、第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} と第1駆動力制限値 L_{max1} とを比較してもよい。

[0114] 具体的には、図5に示されるように、ステップS16の処理が終了した後、ステップS16-2において、コントローラ90は、ブーム回生時回転数 N_b で回転するモータジェネレータ91と同期して回転するアシストポンプ89の実際の駆動力である第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} を演算する。第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} は、圧力センサ39aによって検出されたアシストポンプ89の吐出圧力 P_a と、ステップS15で演算された第1目標傾転角 α_1 と、モータジェネレータ91のブーム回生時回転数 N_b と、を用いて下記式(4)により算出される。

[式4]

$$L_{a1} = \kappa_3 * P_a * \alpha_1 * N_b \quad \cdots (4)$$

なお、 κ_3 は、アシストポンプ89の最大押しのけ容積、モータジェネレータ91とアシストポンプ89との間の減速比、及びアシストポンプ89の容積効率によって決まる定数であり、第1目標傾転角 α_1 は、 $0 \leq \alpha_1 \leq 1$ で示される範囲内の数値である。

[0115] 続くステップS17-2では、第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} と第1駆動力制限値 L_{max1} とが比較される。

[0116] ステップS17-2において、第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} が第1駆動力制限値 L_{max1} よりも大きいと判定されると、ステップS18に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第1制限傾転角 α_{max1} に変更する。一方、ステップS17-2において、第1アシストポンプ駆動力 L_{a1} が第1駆動力制限値 L_{max1} 以下であると判定されると、ステップS19に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第1目標傾転角 α_1 に維持する。

[0117] また、上記実施形態では、ステップS26において、アシストポンプ89

の第2目標傾転角 α_2 と第2制限傾転角 α_{max2} とを比較している。これに代えて、アシストポンプ89の実際の駆動力である第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} を演算し、第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} と第2駆動力制限値 L_{max2} とを比較してもよい。

[0118] 具体的には、図6に示されるように、ステップS25の処理が終了した後、ステップS25-2において、コントローラ90は、旋回回生時回転数 N_r で回転するモータジェネレータ91と同期して回転するアシストポンプ89の実際の駆動力である第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} を演算する。第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} は、圧力センサ39aによって検出されたアシストポンプ89の吐出圧力 P_a と、ステップS24で演算された第2目標傾転角 α_2 と、モータジェネレータ91の旋回回生時回転数 N_r と、を用いて下記式(5)により算出される。

[式5]

$$L_{a2} = \kappa_3 * P_a * \alpha_2 * N_r \quad \cdots (5)$$

なお、 κ_3 は、アシストポンプ89の最大押しのけ容積、モータジェネレータ91とアシストポンプ89との間の減速比、及びアシストポンプ89の容積効率によって決まる定数であり、第2目標傾転角 α_2 は、 $0 \leq \alpha_2 \leq 1$ で示される範囲内の数値である。

[0119] 続くステップS26-2では、第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} と第2駆動力制限値 L_{max2} とが比較される。

[0120] ステップS26-2において、第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} が第2駆動力制限値 L_{max2} よりも大きいと判定されると、ステップS27に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第2制限傾転角 α_{max2} に変更する。一方、ステップS26-2において、第2アシストポンプ駆動力 L_{a2} が第2駆動力制限値 L_{max2} 以下であると判定されると、ステップS28に進み、コントローラ90は、アシストポンプ89の傾転角 α を第2目標傾転角 α_2 に維持する。

[0121] また、上記実施形態では、ステップS34において、モータジェネレータ

91のアシスト時回転数 N_a と制限回転数 N_{max} とを比較している。これに代えて、アシストポンプ89の実際の駆動力に相当するモータジェネレータ91の実際の出力である実モータ出力 L_a3 を演算し、実モータ出力 L_a3 と第3駆動力制限値 L_{max3} とを比較してもよい。

[0122] 具体的には、図7に示されるように、ステップS33の処理が終了した後、ステップS33-2において、コントローラ90は、モータジェネレータ91の実際の出力である実モータ出力 L_a3 を演算する。実モータ出力 L_a3 は、ステップS32で設定されたアシスト時回転数 N_a と、インバータ92からモータジェネレータ91に供給される電流値から演算されるモータジェネレータ91の実トルク T と、を用いて下記式(6)により算出される。

[式6]

$$L_a3 = \kappa_4 * T * N_a \quad \dots (6)$$

なお、 κ_4 は定数である。

[0123] 続くステップS34-2では、実モータ出力 L_a3 と第3駆動力制限値 L_{max3} とが比較される。

[0124] ステップS34-2において、実モータ出力 L_a3 が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定されると、ステップS35に進み、コントローラ90は、モータジェネレータ91の回転数 N を制限回転数 N_{max} に変更する。一方、ステップS34-2において、実モータ出力 L_a3 が第3駆動力制限値 L_{max3} 以下であると判定されると、ステップS36に進み、コントローラ90は、モータジェネレータ91の回転数 N をアシスト時回転数 N_a に維持する。

[0125] また、上記実施形態では、駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} は、それぞれ一定の値に設定される。これに代えて、駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} をバッテリー26の温度やバッテリー26の充電量、アクチュエータの負荷に応じて変化させてもよい。

[0126] 例えば、一般的に化学反応を伴う形式のバッテリー26では、低温域及び高温域での充放電効率が大幅に低下する。このため、バッテリー26の温度が所

定の下限值 T_1 よりも低い領域と所定の上限值 T_2 よりも高い領域では、モータジェネレータ 91 とバッテリー 26 との間で電力の授受があまり行われないうように、回生時の駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} を回生モータ 88 の回生出力に合わせて変化させ、回生モータ 88 で回生されたエネルギーだけでアシストポンプ 89 が駆動されるようにしてもよい。

[0127] また、バッテリー 26 の蓄電量 SO が少ない場合は、モータジェネレータ 91 による発電を優先し、バッテリー 26 の蓄電量 SO が多い場合は、モータジェネレータ 91 による発電を抑制する必要がある。このため、図 8 に示されるように、バッテリー 26 の蓄電量 SO に応じて変化する修正係数 K_1 を設定し、回生時の駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} に修正係数 K_1 を乗じてもよい。この場合、第 1 蓄電量 SO_1 以下では修正係数 K_1 がゼロとなるため、駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} はゼロとなり、アシストポンプ 89 からの吐出量はゼロとなる。この結果、回生モータ 88 で回生されたエネルギーは、電力としてバッテリー 26 に蓄電される。一方、第 2 蓄電量 SO_2 以上では修正係数 K_1 が 1 となり、回生モータ 88 で回生されたエネルギーのうちアシストポンプ 89 のアシストポンプ駆動力 L_a となる割合が増加する。この結果、モータジェネレータ 91 による発電が抑制される。

[0128] また、アクチュエータの負荷が高いとき、すなわち、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 の吐出量が比較的多いときは、アシストポンプ 89 からの吐出量を多めにする必要がある一方で、アクチュエータの負荷が低いとき、すなわち、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 の吐出量が比較的少ないときは、アシストポンプ 89 からの吐出量は必要とされない。このため、図 9 に示されるように、第 1, 第 2 メインポンプ 71, 72 の出力に応じて変化する修正係数 K_2 を設定し、駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} , L_{max3} に修正係数 K_2 を乗じてもよい。この場合、第 1 負荷 P_1 以下では修正係数 K_2 がゼロとなるため、駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} , L_{max3} がゼロとなり、アシストポンプ 89 からの吐出量はゼロとなる。一方、第 2 負荷 P_2 以上では修正係数 K_2 が 1 となるため、アシストポンプ 89 からの

吐出量が比較的多くなる。

[0129] 以下、本発明の実施形態の構成、作用、及び効果をまとめて説明する。

[0130] ハイブリッド建設機械の制御システム100は、アクチュエータに作動油を供給する第1、第2メインポンプ71、72と、第1、第2メインポンプ71、72から吐出されて還流される作動油によって回転駆動される回生モータ88と、回生モータ88に連結されるモータジェネレータ91と、モータジェネレータ91によって発電された電力を貯めるバッテリー26と、回生モータ88及びモータジェネレータ91に連結され、アクチュエータに作動油を供給可能な可変容量型のアシストポンプ89と、アシストポンプ89の吐出量が目標吐出量となるようにアシストポンプ89を制御するコントローラ90と、を備え、コントローラ90は、アシストポンプ89に付与されるアシストポンプ駆動力 L_a が予め定められた駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} よりも大きいと判定した場合には、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} 以下となるように、アシストポンプ89またはモータジェネレータ91を制御する。

[0131] この構成では、アシストポンプ89に付与されるアシストポンプ駆動力 L_a が予め定められた駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} 、 L_{max3} 以下となるように制限される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a が過大となることが抑制されることで、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることが抑制され、電力としてバッテリー26に充電される回生エネルギーを増加させることができる。この結果、ハイブリッド建設機械のシステム効率を向上させることができる。

[0132] また、ハイブリッド建設機械の制御システム100は、アシストポンプ89の吐出圧を検出する圧力センサ39aをさらに備え、コントローラ90は、アシストポンプ89の吐出量が目標吐出量となるアシストポンプ89の目標傾転角 α_1 、 α_2 を演算するとともに、圧力センサ39aの検出値に基づいてアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} となるときのアシストポンプ89の制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} を演算し

、目標傾転角 α_1 、 α_2 と制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} とを比較し、目標傾転角 α_1 、 α_2 が制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} よりも大きい場合にアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定する。

[0133] この構成では、目標傾転角 α_1 、 α_2 が圧力センサ39aの検出値に基づいて演算された制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} よりも大きい場合にアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定される。アシストポンプ89の回転数が一定である場合、アシストポンプ駆動力 L_a は、傾転角 α の大きさによって変化する。このため、アシストポンプ89の目標傾転角 α_1 、 α_2 と演算された制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} とを比較することによって、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} より大きいかな否かを容易に判定することができる。

[0134] また、コントローラ90は、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定されたときには、アシストポンプ89の傾転角 α が制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} 以下となるように制御する。

[0135] この構成では、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定されると、アシストポンプ89の傾転角 α が制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} 以下となるように制御される。アシストポンプ89の傾転角 α が小さくなると、アシストポンプ89の吐出量が少なくなるとともに、アシストポンプ駆動力 L_a が低減される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a に直接的に影響を及ぼすアシストポンプ89の傾転角 α を変更することでアシストポンプ駆動力 L_a を容易に抑制することが可能となり、結果として、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることを容易に抑制することができる。

[0136] また、ハイブリッド建設機械の制御システム100は、アシストポンプ89の吐出圧力 P_a を検出する圧力センサ39aをさらに備え、アシストポン

プ駆動力 L_a は、圧力センサ39aの検出値に基づきコントローラ90によって演算される。

[0137] この構成では、アシストポンプ駆動力 L_a は、アシストポンプ89の吐出圧力 P_a を検出する圧力センサ39aの検出値に基づいて演算される。ポンプの駆動力は、一般的に、吐出圧力と吐出流量によって演算される。アシストポンプ89の吐出圧力 P_a を検出する圧力センサ39aを設けることでアシストポンプ駆動力 L_a を容易に演算することが可能となるとともに、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} より大きいかな否かを容易に判定することができる。

[0138] また、コントローラ90は、圧力センサ39aの検出値に基づいてアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} となるときのアシストポンプ89の制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} を演算し、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定されたときには、アシストポンプ89の傾転角 α が制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} 以下となるように制御する。

[0139] この構成では、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} 、 L_{max2} よりも大きいと判定されると、アシストポンプ89の傾転角 α が制限傾転角 α_{max1} 、 α_{max2} 以下となるように制御される。可変容量型のアシストポンプ89は、傾転角 α が小さくなると吐出量が少なくなるとともに、アシストポンプ駆動力 L_a が低減される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a に影響を及ぼす傾転角 α を変更することでアシストポンプ駆動力 L_a を容易に抑制することができ、結果として、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることを容易に抑制することができる。

[0140] また、コントローラ90は、アシストポンプ89の吐出量が目標吐出量となるモータジェネレータ91のアシスト時回転数 N_a を演算するとともに、モータジェネレータ91のモータ出力 P （アシストポンプ駆動力 L_a ）が予め定められた第3駆動力制限値 L_{max3} となるときのモータジェネレータ

91の制限回転数 N_{max} を演算し、アシスト時回転数 N_a と制限回転数 N_{max} とを比較し、アシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定する。

[0141] この構成では、モータジェネレータ91のアシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定される。アシストポンプ89がモータジェネレータ91のみによって駆動される場合は、モータジェネレータ91の出力は、アシストポンプ駆動力 L_a に相当する。また、一般的に出力は回転数と相関性を有する。このため、モータジェネレータ91のアシスト時回転数 N_a と制限回転数 N_{max} とを比較することによって、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} より大きいかな否かを容易に判定することができる。

[0142] また、コントローラ90は、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定されたときには、モータジェネレータ91の回転数 N が制限回転数 N_{max} 以下となるように制御する。

[0143] この構成では、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定されると、モータジェネレータ91の回転数 N が制限回転数 N_{max} 以下となるように制御される。電動モータであるモータジェネレータ91の回転数 N が低下すると、アシストポンプ89の回転数も低下し、アシストポンプ89の吐出量が少なくなるとともに、アシストポンプ駆動力 L_a が低減される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a に影響を及ぼすモータジェネレータ91の回転数 N を変更することでアシストポンプ駆動力 L_a を容易に抑制することができ、結果として、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることを容易に抑制することができる。

[0144] また、コントローラ90は、アシストポンプ89を回転駆動させるモータジェネレータ91の実モータ出力 L_{a3} を演算し、実モータ出力 L_{a3} が予

め定められた第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定する。

[0145] この構成では、実モータ出力 L_{a3} が予め定められた第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定される。アシストポンプ89がモータジェネレータ91のみによって駆動される場合は、モータジェネレータ91の実モータ出力 L_{a3} は、アシストポンプ駆動力 L_a に相当する。このため、モータジェネレータ91の実モータ出力 L_{a3} と第3駆動力制限値 L_{max3} とを比較することによって、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} より大きいかな否かを容易に判定することができる。

[0146] また、コントローラ90は、回転電機出力が第3駆動力制限値 L_{max3} となるときのモータジェネレータ91の制限回転数 N_{max} を演算し、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定されたときには、モータジェネレータ91の回転数 N が制限回転数 N_{max} 以下となるように制御する。

[0147] この構成では、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定されたとき、モータジェネレータ91の回転数 N が制限回転数 N_{max} 以下となるように制御される。電動モータであるモータジェネレータ91の回転数 N が低下すると、アシストポンプ89の回転数も低下し、アシストポンプ89の吐出量が少なくなるとともに、アシストポンプ駆動力 L_a が低減される。このように、アシストポンプ駆動力 L_a に影響を及ぼすモータジェネレータ91の回転数 N を変更することでアシストポンプ駆動力 L_a を容易に抑制することができ、結果として、アシストポンプ89を回転駆動させるために回生エネルギーが無駄に消費されることを容易に抑制することができる。

[0148] また、ハイブリッド建設機械の制御システム100は、アシストポンプ89の吐出圧を検出する圧力センサ39aをさらに備え、コントローラ90は、回生モータ88が作動油によって回転駆動されているとき、アシストポン

プ89の吐出量が目標吐出量となるアシストポンプ89の目標傾転角 α_1 , α_2 を演算するとともに、圧力センサ39aの検出値に基づいてアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} となる時のアシストポンプ89の制限傾転角 α_{max1} , α_{max2} を演算し、目標傾転角 α_1 , α_2 と制限傾転角 α_{max1} , α_{max2} とを比較し、目標傾転角 α_1 , α_2 が制限傾転角 α_{max1} , α_{max2} よりも大きい場合にアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} よりも大きいと判定し、回生モータ88が作動油によって回転駆動されていないとき、アシストポンプ89の吐出量が目標吐出量となるモータジェネレータ91のアシスト時回転数 N_a を演算するとともに、モータジェネレータ91のモータ出力 P （アシストポンプ駆動力 L_a ）が予め定められた第3駆動力制限値 L_{max3} となる時のモータジェネレータ91の制限回転数 N_{max} を演算し、アシスト時回転数 N_a と制限回転数 N_{max} とを比較し、アシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定する。

[0149] この構成では、回生モータ88が作動油によって回転駆動されているとき、目標傾転角 α_1 , α_2 が圧力センサ39aの検出値に基づいて演算された制限傾転角 α_{max1} , α_{max2} よりも大きい場合にアシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} よりも大きいと判定され、回生モータ88が作動油によって回転駆動されていないとき、モータジェネレータ91のアシスト時回転数 N_a が制限回転数 N_{max} よりも大きい場合に、アシストポンプ駆動力 L_a が第3駆動力制限値 L_{max3} よりも大きいと判定される。回生モータ88によって回転駆動されるアシストポンプ89の回転数が一定である場合、アシストポンプ駆動力 L_a は、傾転角 α によって変化する。このため、アシストポンプ89の目標傾転角 α_1 , α_2 と演算された制限傾転角 α_{max1} , α_{max2} とを比較することによって、アシストポンプ駆動力 L_a が駆動力制限値 L_{max1} , L_{max2} より大きいかなを容易に判定することができる。また、アシストポンプ89がモータジェ

ネレータ 91 のみによって駆動される場合は、モータジェネレータ 91 の出力は、アシストポンプ駆動力 L_a に相当する。また、一般的に出力は回転数と相関性を有する。このため、モータジェネレータ 91 のアシスト時回転数 N_a と制限回転数 N_{max} とを比較することによって、アシストポンプ駆動力 L_a が第 3 駆動力制限値 L_{max3} より大きいかな否かを容易に判定することができる。

[0150] 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。

[0151] 本願は 2016 年 5 月 23 日に日本国特許庁に出願された特願 2016-102747 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、
流体圧アクチュエータに作動流体を供給する流体圧ポンプと、
前記流体圧ポンプから吐出されて還流される作動流体によって回転駆動される回生モータと、
前記回生モータに連結される回転電機と、
前記回転電機によって発電された電力を貯める蓄電部と、
前記回生モータ及び前記回転電機に連結され、前記流体圧アクチュエータに作動流体を供給可能な可変容量型のアシストポンプと、
前記アシストポンプの吐出量が目標吐出量となるように前記アシストポンプを制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記アシストポンプに付与されるポンプ駆動力が予め定められたポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定した場合には、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値以下となるように、前記アシストポンプまたは前記回転電機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、
前記アシストポンプの吐出圧を検出する吐出圧力検出部をさらに備え、
前記制御部は、前記アシストポンプの吐出量が前記目標吐出量となる前記アシストポンプの目標傾転角を演算するとともに、前記吐出圧力検出部の検出値に基づいて前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値となるときの前記アシストポンプの制限傾転角を演算し、前記目標傾転角と前記制限傾転角とを比較し、前記目標傾転角が前記制限傾転角よりも大きい場合に前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定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2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、
前記制御部は、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも

大きいと判定されたときには、前記アシストポンプの傾転角が前記制限傾転角以下となるように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、
前記アシストポンプの吐出圧を検出する吐出圧力検出部をさらに備え、

前記ポンプ駆動力は、前記吐出圧力検出部の検出値に基づき前記制御部によって演算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、
前記制御部は、前記吐出圧力検出部の検出値に基づいて前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値となるときの前記アシストポンプの制限傾転角を演算し、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定されたときには、前記アシストポンプの傾転角が前記制限傾転角以下となるように制御するハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項6] 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、
前記制御部は、前記アシストポンプの吐出量が前記目標吐出量となる前記回転電機の目標回転数を演算するとともに、前記回転電機の回転電機出力が前記ポンプ駆動力制限値となるときの前記回転電機の制限回転数を演算し、前記目標回転数と前記制限回転数とを比較し、前記目標回転数が前記制限回転数よりも大きい場合に、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定するハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項7] 請求項6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、
前記制御部は、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定されたときには、前記回転電機の回転数が前記制限回転数以下となるように制御するハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項8] 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、

前記制御部は、前記アシストポンプを回転駆動させる前記回転電機の回転電機出力を演算し、前記回転電機出力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きい場合に、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定するハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項9]

請求項8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、
前記制御部は、前記回転電機出力が前記ポンプ駆動力制限値となる時の前記回転電機の制限回転数を演算し、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定されたときには、前記回転電機の回転数が前記制限回転数以下となるように制御するハイブリッド建設機械の制御システム。

[請求項10]

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、
前記アシストポンプの吐出圧を検出する吐出圧力検出部をさらに備え、

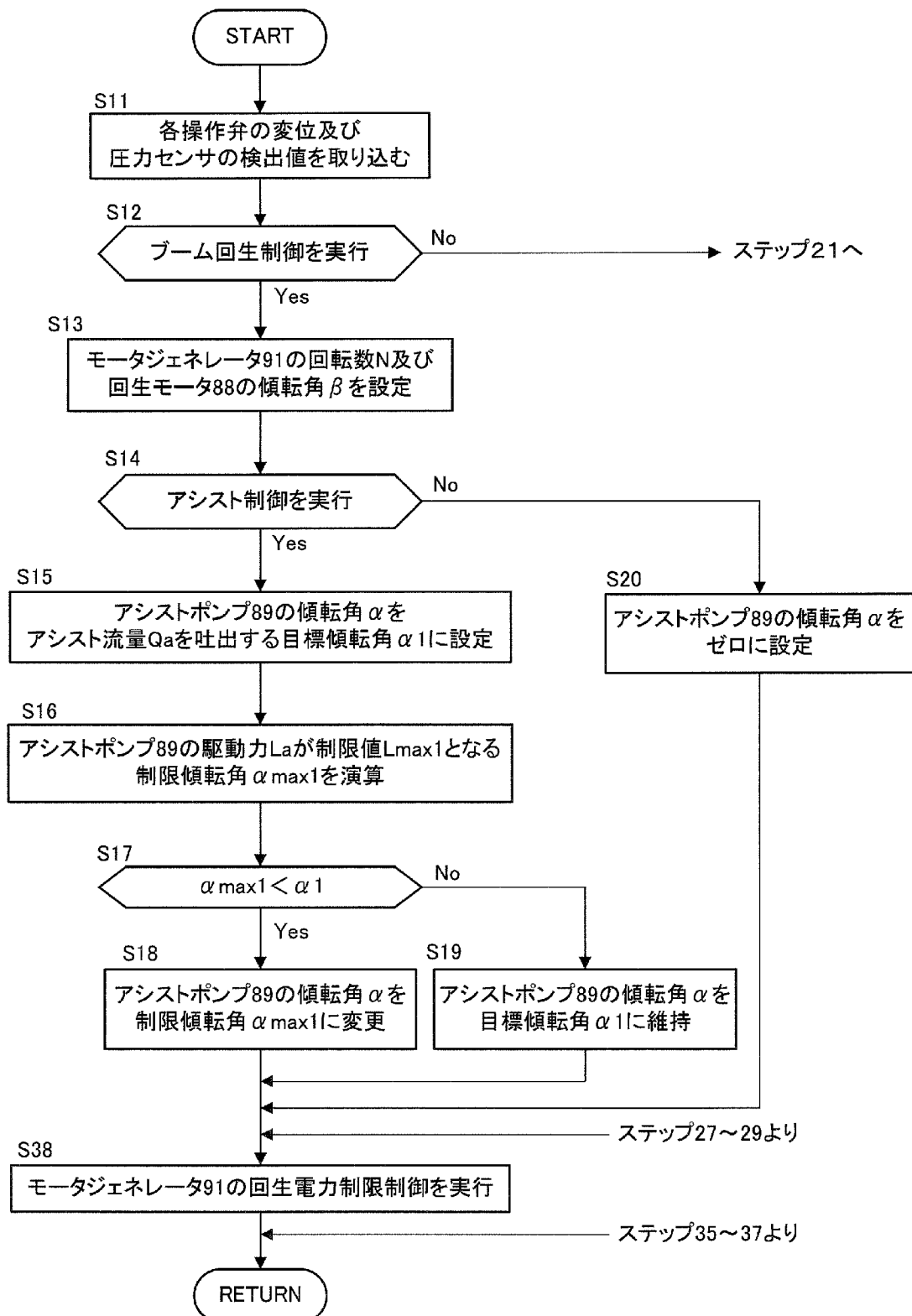
前記制御部は、

前記回生モータが作動流体によって回転駆動されているとき、前記アシストポンプの吐出量が前記目標吐出量となる前記アシストポンプの目標傾転角を演算するとともに、前記吐出圧力検出部の検出値に基づいて前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値となる時の前記アシストポンプの制限傾転角を演算し、前記目標傾転角と前記制限傾転角とを比較し、前記目標傾転角が前記制限傾転角よりも大きい場合に前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動力制限値よりも大きいと判定し、

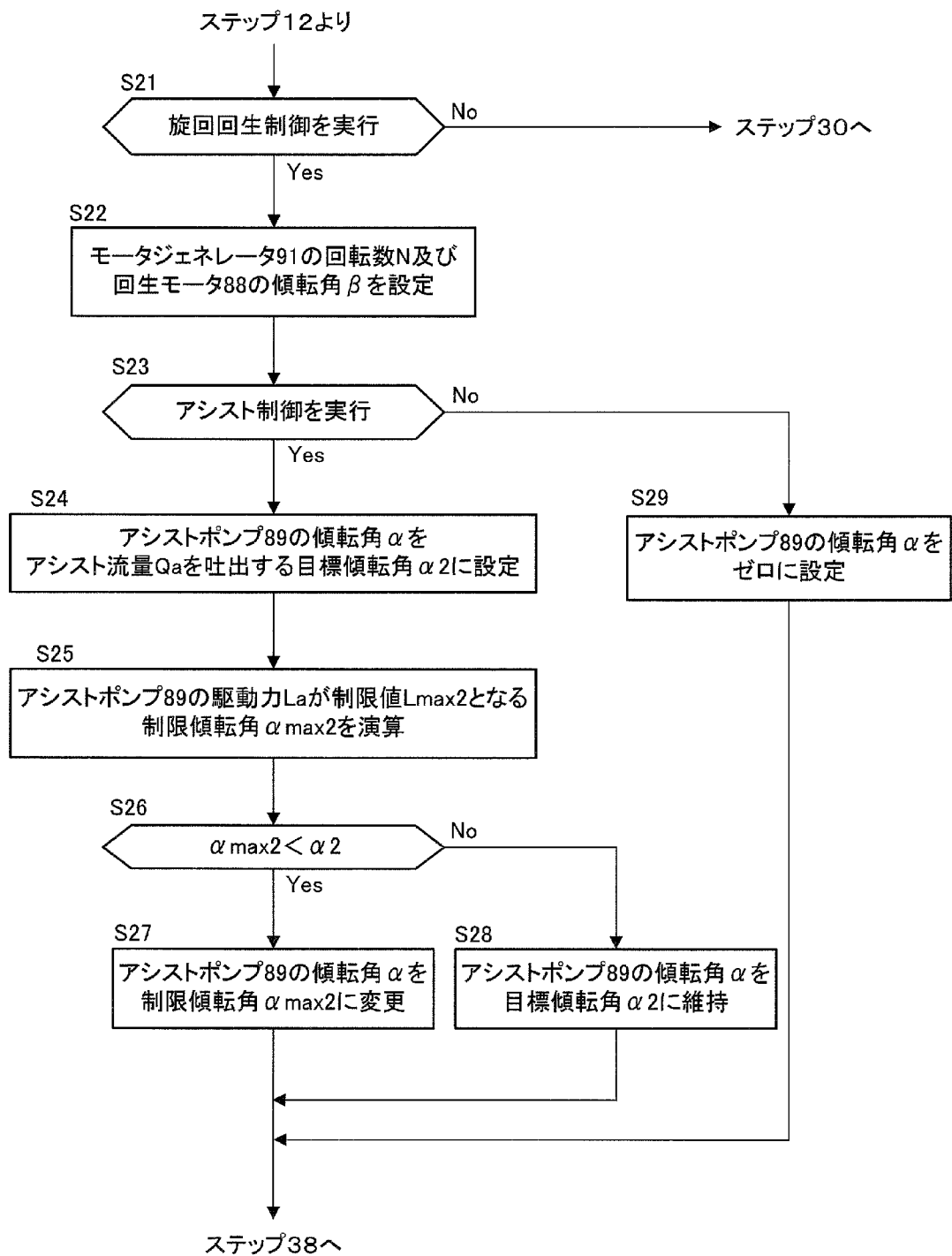
前記回生モータが作動流体によって回転駆動されていないとき、前記アシストポンプの吐出量が前記目標吐出量となる前記回転電機の目標回転数を演算するとともに、前記回転電機の回転電機出力が前記ポンプ駆動力制限値となる時の前記回転電機の制限回転数を演算し、前記目標回転数と前記制限回転数とを比較し、前記目標回転数が前記制限回転数よりも大きい場合に、前記ポンプ駆動力が前記ポンプ駆動

力制限値よりも大きいと判定するハイブリッド建設機械の制御システム。

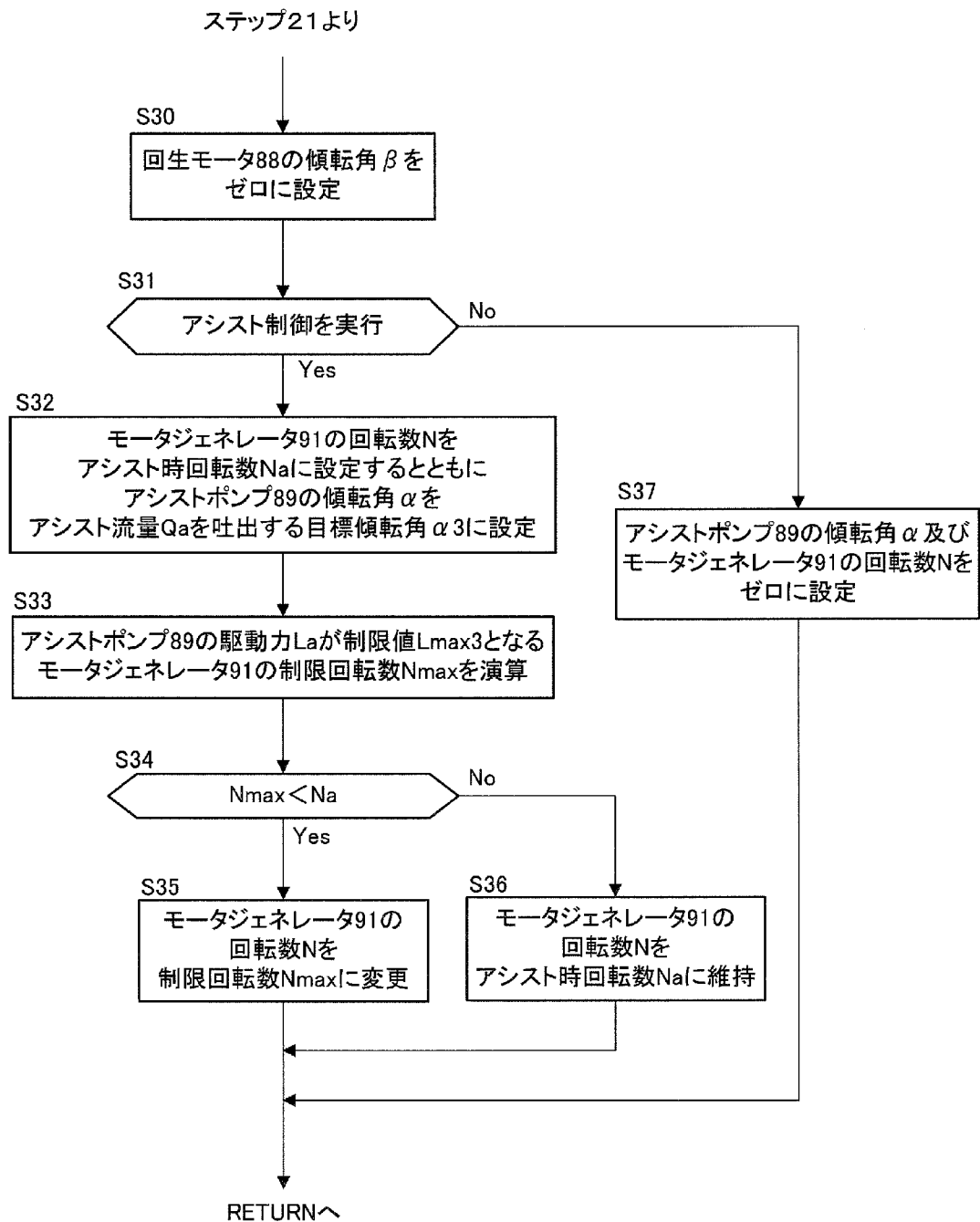
[図2]



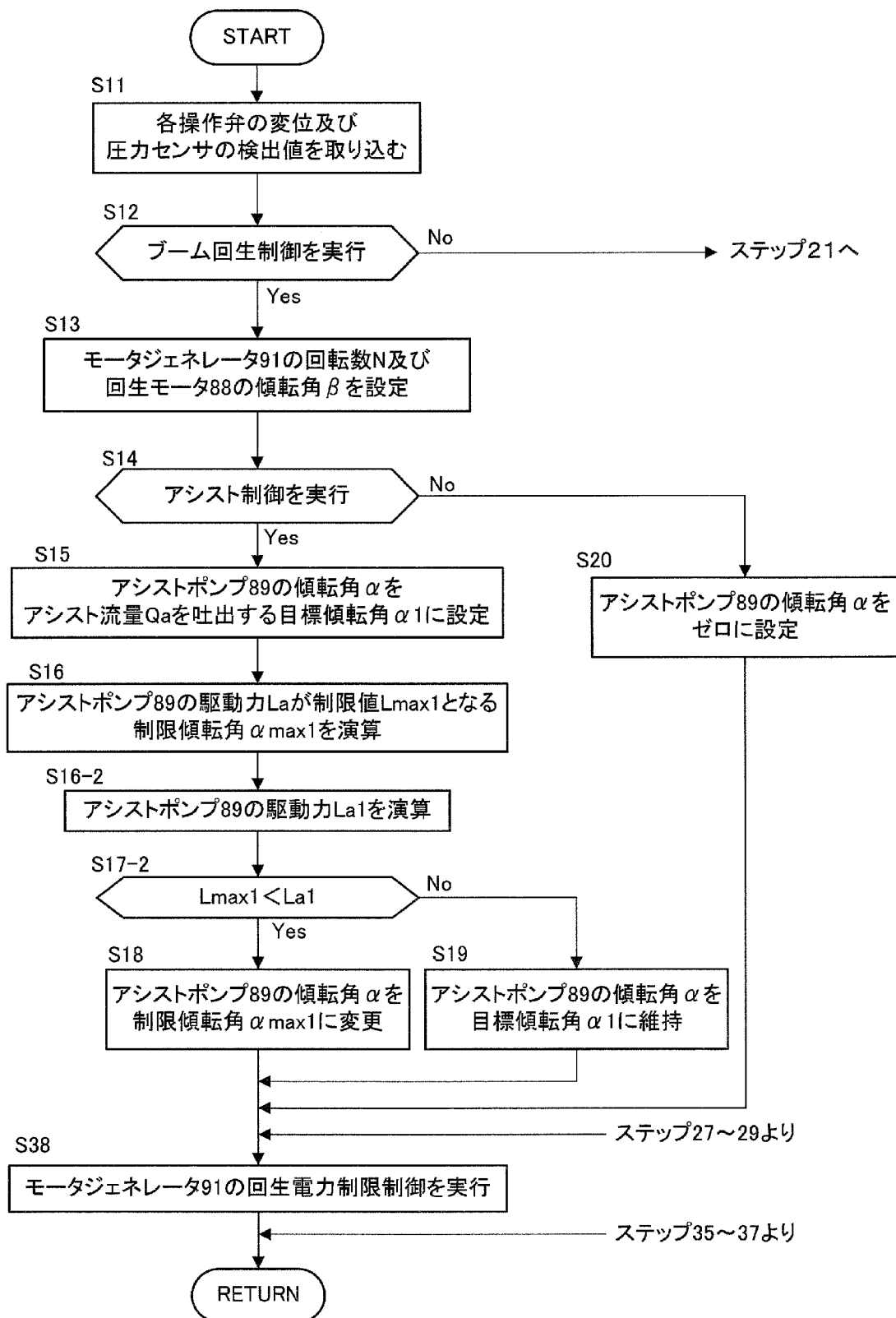
[図3]



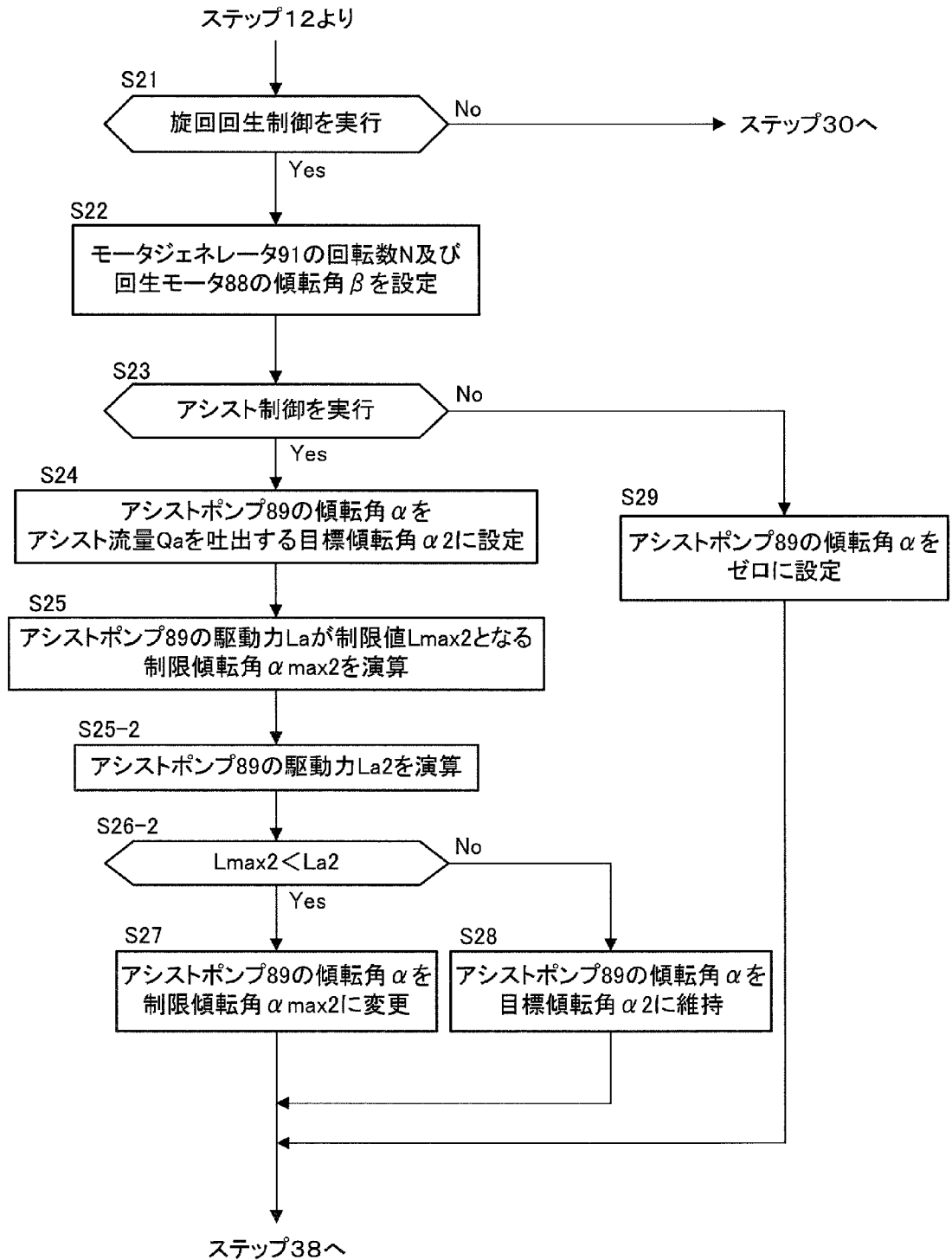
[図4]



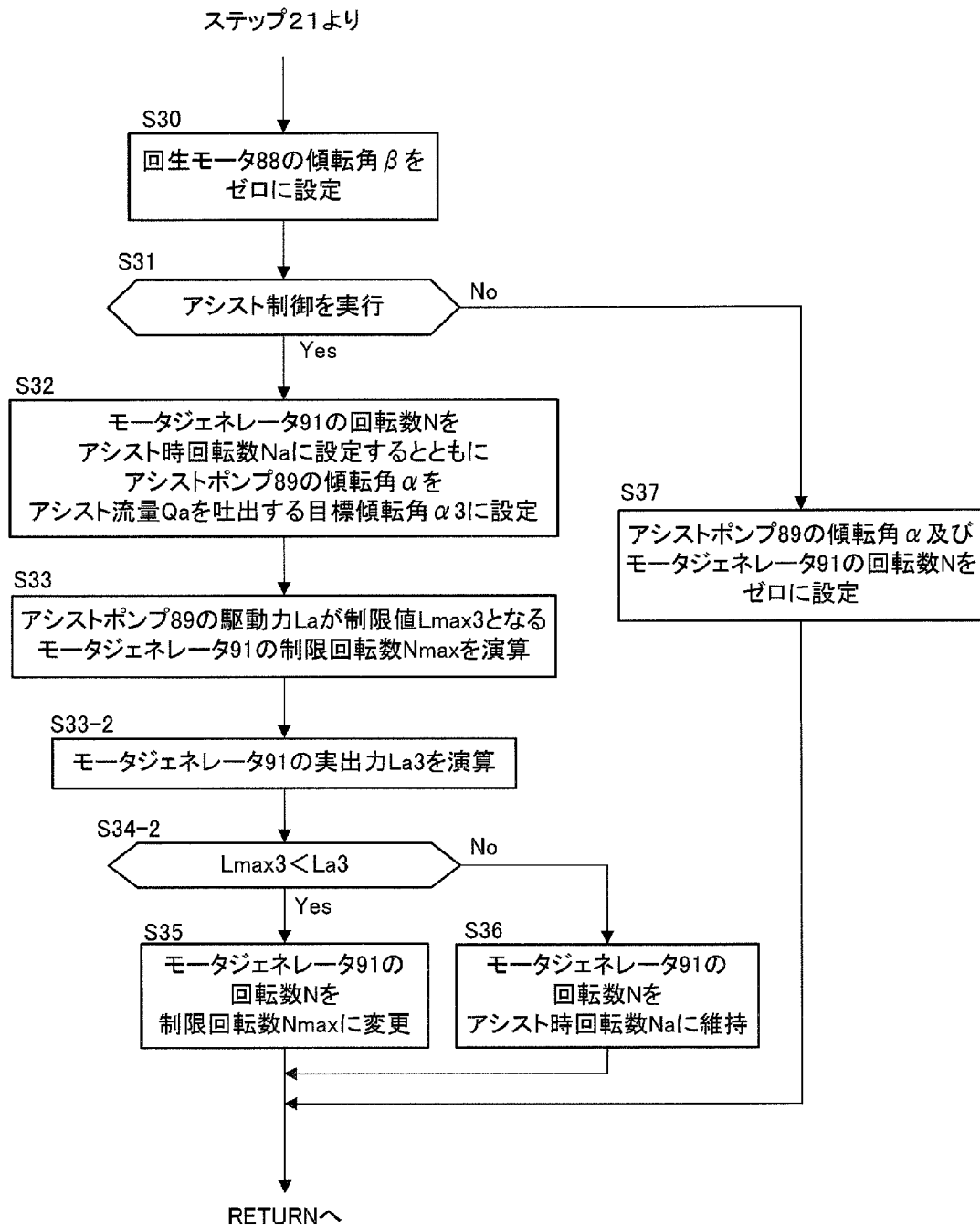
[図5]



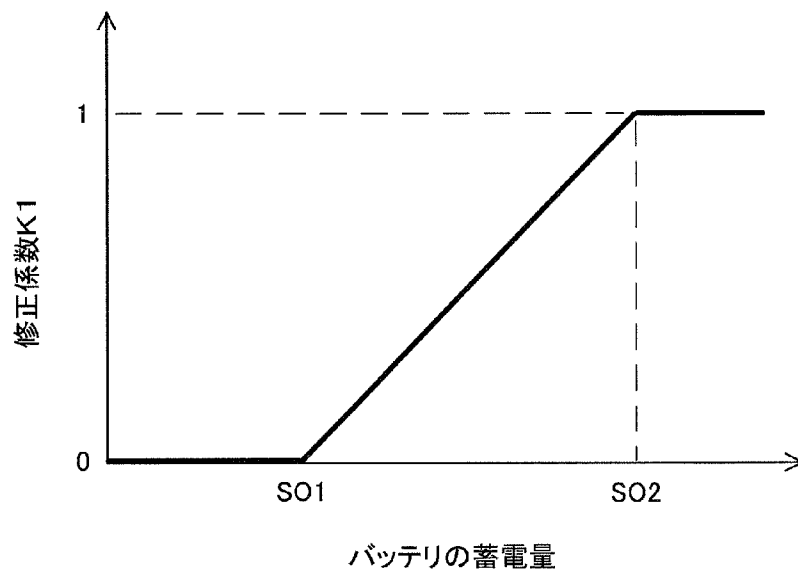
[図6]



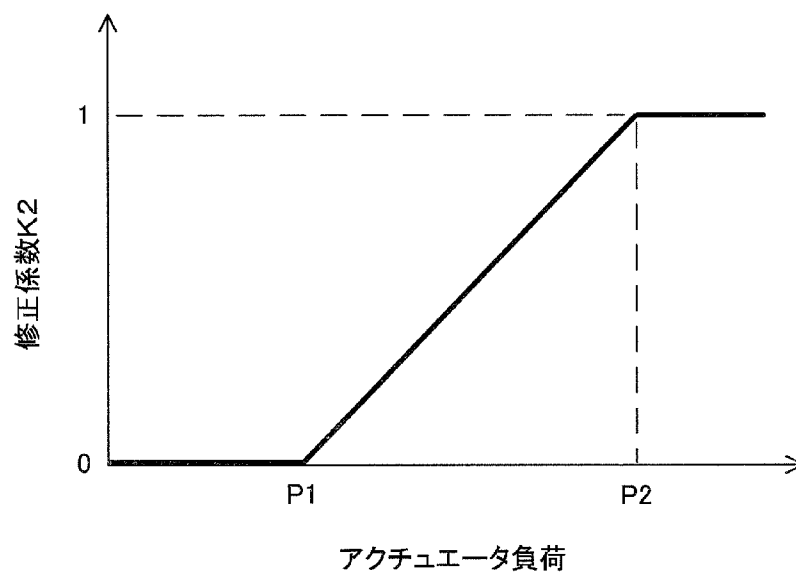
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/018396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F9/20(2006.01)i, F15B21/14(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)

E02F9/20, F15B21/14

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2014-037861 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 27 February 2014 (27.02.2014), paragraphs [0010] to [0061]; fig. 1 to 2 & US 2015/0176609 A1 paragraphs [0010] to [0086] & WO 2014/027583 A1 & DE 112013002567 T & CN 104364536 A & KR 10-2015-0016283 A	1, 8 2-7, 9, 10
Y	JP 1-150002 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 13 June 1989 (13.06.1989), page 3, upper right column, line 6 to page 8, upper left column, line 6 (Family: none)	2-5, 10

☒ 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
20 July 2017 (20.07.17)

Date of mailing of the international search report
01 August 2017 (01.08.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/018396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-013203 A (Kobelco Cranes Co.), 19 January 2012 (19.01.2012), paragraphs [0121] to [0122] (Family: none)	6, 7, 9, 10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F9/20(2006.01)i, F15B21/14(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（IPC））

Int.Cl. E02F9/20, F15B21/14

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y	JP 2014-037861 A（カヤバ工業株式会社）2014.02.27, 段落【0010】-【0061】, 図1-2 & US 2015/0176609 A1, [0010]-[0086] & WO 2014/027583 A1 & DE 112013002567 T & CN 104364536 A & KR 10-2015-0016283 A	1, 8 2-7, 9, 10
Y	JP 1-150002 A（日立建機株式会社）1989.06.13, 第3頁右上欄第6行-第8頁左上欄第6行（ファミリーなし）	2-5, 10

☒ 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

20.07.2017

国際調査報告の発送日

01.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

袴田 知弘

2B

3401

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

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
Y	JP 2012-013203 A (コベルコクレーン株式会社) 2012. 01. 19, 段落【0121】 - 【0122】 (ファミリーなし)	6, 7, 9, 10