

(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
2018年3月1日(01.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/037567 A1

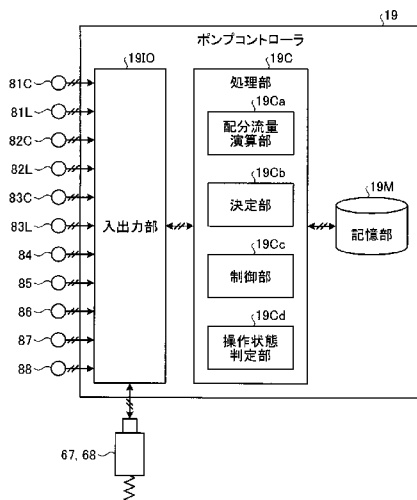
- (51) 国際特許分類:
F15B 11/17 (2006.01) *E02F 9/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075091
- (22) 国際出願日: 2016年8月26日(26.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鴨下 祐太 (KAMOSHITA, Yuta); 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).

河口 正(KAWAGUCHI, Tadashi); 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP). 秋山 照夫 (AKIYAMA, Teruo); 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP). 大嶋 健司(OSHIMA, Kenji); 〒2548567 神奈川県平塚市万田 1 2 0 0 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(54) Title: CONTROL SYSTEM, WORK MACHINE, AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 制御システム、作業機械、及び制御方法



19 Pump controller
19C Processing unit
19Ca Distribution flow-calculating section
19Cb Determination section
19Cc Control section
19Cd Operation state-determining section
19IO Input/output unit
19M Storage unit

(57) Abstract: A control system is provided with: a first hydraulic pump and a second hydraulic pump; a flow channel connecting the first hydraulic pump and the second hydraulic pump; an opening/closing device provided in the flow channel to open and close the flow channel; a control device for controlling the opening/closing device to switch between a split flow state in which the flow channel is closed and a connected state in which the flow channel is open; a first actuator to which working fluid discharged from the first hydraulic pump is supplied in the split flow state; and a second actuator to which working fluid discharged from the second hydraulic pump is supplied in the split flow state. The control device controls the opening/closing device so that in the connected state, even if either the first actuator or the second actuator is put in a driving state, the connected state is maintained.

(57) 要約: 制御システムは、第1油圧ポンプ及び第2油圧ポンプと、第1油圧ポンプと第2油圧ポンプとを接続する流路と、流路に設けられ流路を開閉する開閉装置と、開閉装置を制御して、流路が閉じられる分流状態と流路が開けられる接続状態とを切り替える制御装置と、分流状態において第1油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第1アクチュエータと、分流状態において第2油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第2アクチュエータと、を備える。制御装置は、接続状態において、第1アクチュエータ及び第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが駆動状態になっても、接続状態が維持されるように、開閉装置を制御する。

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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))

明 細 書

発明の名称： 制御システム、作業機械、及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御システム、作業機械、及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の作業機要素を含む作業機を備える作業機械が知られている。例えば作業機械が油圧ショベルである場合、油圧ショベルの作業機は、作業機要素として、バケット、アーム、及びブームを有する。作業機要素を駆動させるアクチュエータとして、油圧シリンダが使用される。油圧シリンダの駆動源として、作動油を吐出する油圧ポンプが使用される。油圧シリンダを駆動するための油圧ポンプを複数備える作業機械が知られている。特許文献1には、第1油圧ポンプから吐出された作動油と第2油圧ポンプから吐出された作動油との合流及び分流を切り替える合分流弁を備える油圧回路が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2006／123704号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 油圧回路においては、油圧シリンダを駆動しないときにおいても最小容量に相当する流量の作動油が油圧ポンプから吐出される。油圧シリンダを駆動しないときに油圧ポンプから吐出された作動油は、アンロード弁を介して排出（アンロード）される。例えば、第1油圧ポンプと第2油圧ポンプとを接続する流路が閉じられる分流状態において、第1油圧ポンプに接続された第1アクチュエータが駆動され、第2油圧ポンプに接続された第2アクチュエータが駆動されないとき、第1油圧ポンプから吐出された作動油は、第1アクチュエータに供給されるものの、第2油圧ポンプから吐出された作動油は

、アンロード弁を介してアンロードされることとなる。アンロードされる作動油が多いことは、油圧ポンプが無駄に駆動することを意味し、例えば作業機械の燃費が低下してしまう。

[0005] 本発明の態様は、複数の油圧ポンプからアクチュエータに作動油を供給する場合、アンロードされる作動油を低減できる制御システム、作業機械、及び制御方法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

[0006] 本発明の第1の態様に従えば、複数の作業機要素を含む作業機と、複数の前記作業機要素のそれぞれを駆動する複数のアクチュエータとを備える作業機械を制御する制御システムであって、第1油圧ポンプ及び第2油圧ポンプと、前記第1油圧ポンプと前記第2油圧ポンプとを接続する流路と、前記流路に設けられ前記流路を開閉する開閉装置と、前記開閉装置を制御して、前記流路が閉じられる分流状態と前記流路が開けられる接続状態とを切り替える制御装置と、前記分流状態において前記第1油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第1アクチュエータと、前記分流状態において前記第2油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第2アクチュエータと、を備え、前記制御装置は、前記接続状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが駆動状態になっても、前記接続状態が維持されるように、前記開閉装置を制御する、制御システムが提供される。

[0007] 本発明の第2の態様に従えば、第1の態様の制御システムを備える作業機械が提供される。

[0008] 本発明の第3の態様に従えば、複数の作業機要素を含む作業機と、複数の前記作業機要素のそれぞれを駆動する複数のアクチュエータとを備える作業機械を制御する制御方法であって、第1油圧ポンプと第2油圧ポンプとを接続する流路が閉じられる分流状態と前記流路が開けられる接続状態とを切り替えることと、前記分流状態において、前記第1油圧ポンプから吐出された作動油を第1アクチュエータに供給し、前記第2油圧ポンプから吐出された

作動油を第2アクチュエータに供給することと、前記接続状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが駆動状態になっても、前記接続状態を維持して、前記第1油圧ポンプ及び前記第2油圧ポンプから吐出された作動油を駆動状態のアクチュエータに供給することと、を含む制御方法が提供される。

発明の効果

[0009] 本発明の態様によれば、複数の油圧ポンプからアクチュエータに作動油を供給する場合、アンロードされる作動油を低減できる制御システム、作業機械、及び制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本実施形態に係る作業機械の一例を示す斜視図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る油圧シヨベルの駆動装置を含む制御システムを模式的に示す図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る駆動装置の油圧回路を示す図である。

[図4]図4は、本実施形態に係るポンプコントローラの機能ブロック図である。

[図5]図5は、ポンプ及び油圧シリンダの流量、ポンプの吐出圧力、及びレバーストロークが時間によって変化する一例を示す図である。

[図6]図6は、配分流量、修正配分流量、及び油圧シリンダに供給される作動油の流量の真値の時間に対する変化の一例を示す図である。

[図7]図7は、本実施形態に係る制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、本実施形態に係る油圧ポンプ及び油圧シリンダの流量、油圧ポンプのポンプ圧、及び操作装置の操作量を示すレバーストロークが時間によって変化する一例を示す図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る油圧ポンプ及び油圧シリンダの流量、油圧ポンプのポンプ圧、及び操作装置の操作量を示すレバーストロークが時間によって変化する一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する各実施形態の構成要素は適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

[0012] [作業機械]

図1は、本実施形態に係る作業機械100の一例を示す斜視図である。本実施形態においては、作業機械100がハイブリッド方式の油圧ショベルである例について説明する。以下の説明において、作業機械100を適宜、油圧ショベル100、と称する。

[0013] 図1に示すように、油圧ショベル100は、油圧により作動する作業機1と、作業機1を支持する旋回体である上部旋回体2と、上部旋回体2を支持する下部走行体3と、油圧ショベル100を駆動する駆動装置4と、作業機1を操作するための操作装置5とを備える。

[0014] 上部旋回体2は、回転軸RXを中心に旋回可能である。上部旋回体2は、オペレータが搭乗する運転室6と、機械室7とを有する。オペレータが着座する運転席6Sが運転室6に設けられる。機械室7は、運転室6の後方に配置される。エンジン及び油圧ポンプ等を含む駆動装置4の少なくとも一部は、機械室7に配置される。下部走行体3は、一对のクローラ8を有する。クローラ8の回転により、油圧ショベル100が走行する。なお、下部走行体3が車輪（タイヤ）でもよい。

[0015] 作業機1は、上部旋回体2に支持される。作業機1は、相対移動可能な複数の作業機要素を含む。作業機1の作業機要素は、バケット11、バケット11に連結されるアーム12、及びアーム12に連結されるブーム13を含む。バケット11とアーム12とはバケットピンを介して連結される。バケット11は、回転軸AX1を中心に回転可能にアーム12に支持される。アーム12とブーム13とはアームピンを介して連結される。アーム12は、回転軸AX2を中心に回転可能にブーム13に支持される。ブーム13と上部旋回体2とはブームピンを介して連結される。ブーム13は、回転軸AX

3を中心に回転可能に下部走行体3に支持される。

[0016] 回転軸AX3と、旋回軸RXと平行な軸とは直交する。以下の説明においては、回転軸AX3の軸方向を適宜、上部旋回体2の車幅方向と称し、回転軸AX3及び旋回軸RXの両方と直交する方向を適宜、上部旋回体2の前後方向と称する。旋回軸RXを基準として作業機1が存在する方向が前方向である。旋回軸RXを基準として機械室7が存在する方向が後方向である。

[0017] 駆動装置4は、作業機1を作動する油圧シリンダ20と、上部旋回体2を旋回させる動力を発生する電動旋回モータ25とを有する。油圧シリンダ20は、作動油によって駆動される。油圧シリンダ20は、バケット11を作動するバケットシリンダ21と、アーム12を作動するアームシリンダ22と、ブーム13を作動するブームシリンダ23とを含む。上部旋回体2は、下部走行体3に支持された状態で、電動旋回モータ25が発生する動力により旋回軸RXを中心に旋回可能である。

[0018] 操作装置5は、運転室6に配置される。操作装置5は、油圧ショベル100のオペレータに操作される操作部材を含む。操作部材は、操作レバー又はジョイスティックを含む。操作装置5が操作されることにより、作業機1が操作される。

[0019] [制御システム]

図2は、本実施形態に係る油圧ショベル100の駆動装置4を含む制御システム9を模式的に示す図である。制御システム9は、複数の作業機要素を含む作業機1と、作業機1の複数の作業機要素を駆動する複数のアクチュエータとを備える油圧ショベル100を制御するための制御システムである。本実施形態において、作業機要素を駆動するアクチュエータは、油圧シリンダ20である。本実施形態において、油圧シリンダ20は、バケット11を動作させるバケットシリンダ21、アーム12を動作させるアームシリンダ22、及びブーム13を動作させるブームシリンダ23を含む。作業機要素が異なれば、複数のアクチュエータも異なる。本実施形態において、作業機1を駆動する複数のアクチュエータは、作動油によって駆動される油圧式の

アクチュエータである。作業機 1 を駆動する複数のアクチュエータは、油圧式のアクチュエータであればよく、油圧シリンダ 20 には限定されない。複数のアクチュエータは、例えば油圧モータでもよい。

[0020] 駆動装置 4 は、駆動源であるエンジン 26 と、発電電動機 27 と、作動油を吐出する油圧ポンプ 30 とを有する。エンジン 26 は、例えばディーゼルエンジンである。発電電動機 27 は、例えばスイッチドリラクタンスモータである。なお、発電電動機 27 は、PM (Permanent Magnet) モータでもよい。油圧ポンプ 30 は、可変容量型油圧ポンプである。実施形態において、油圧ポンプ 30 は、斜板式油圧ポンプである。油圧ポンプ 30 は、第 1 油圧ポンプ 31 と第 2 油圧ポンプ 32 とを含む。エンジン 26 の出力軸は、発電電動機 27 及び油圧ポンプ 30 と機械的に結合される。エンジン 26 が駆動することにより、発電電動機 27 及び油圧ポンプ 30 が作動する。なお、発電電動機 27 は、エンジン 26 の出力軸に機械的に直結されてもよいし、PTO (power take off) のような動力伝達機構を介してエンジン 26 の出力軸に接続されてもよい。

[0021] 駆動装置 4 は、油圧駆動システムと電動駆動システムとを含む。油圧駆動システムは、油圧ポンプ 30 と、油圧ポンプ 30 から吐出された作動油が流れる油圧回路 40 と、油圧回路 40 を介して供給された作動油により作動する油圧シリンダ 20 と、走行モータ 24 とを有する。走行モータ 24 は、例えば、油圧ポンプ 30 から吐出される作動油によって駆動される油圧モータである。

[0022] 電動駆動システムは、発電電動機 27 と、蓄電器 14 と、変圧器 14C と、第 1 インバータ 15G と、第 2 インバータ 15R と、電動旋回モータ 25 とを有する。エンジン 26 が駆動すると、発電電動機 27 のロータ軸が回転する。これにより、発電電動機 27 は発電可能となる。蓄電器 14 は、例えば電気二重層蓄電器である。

[0023] ハイブリッドコントローラ 17 は、変圧器 14C と第 1 インバータ 15G 及び第 2 インバータ 15R との間で直流電力を授受させ、また変圧器 14C

と蓄電器 14 との間で直流電力を授受させる。電動旋回モータ 25 は、発電電動機 27 又は蓄電器 14 から供給された電力に基づいて動作し、上部旋回体 2 を旋回させる動力を発生する。電動旋回モータ 25 は、例えば埋め込み磁石同期電動旋回モータである。電動旋回モータ 25 に回転センサ 16 が設けられる。回転センサ 16 は、例えばレゾルバ又はロータリーエンコーダである。回転センサ 16 は、電動旋回モータ 25 の回転角度又は回転速度を検出する。

[0024] 本実施形態において、電動旋回モータ 25 は、減速時において回生エネルギーを発生する。蓄電器 14 は、電動旋回モータ 25 が発生した回生エネルギー（電気エネルギー）により充電される。なお、蓄電器 14 は、先に上げた電気二重層蓄電器ではなく、ニッケル水素電池又はリチウムイオン電池のような二次電池でもよい。また、本実施形態における上部旋回体 2 の駆動は、油圧ポンプから供給される作動油で駆動する油圧モータを用いる方式としてもよい。

[0025] 駆動装置 4 は、運転室 6 に設けられた操作装置 5 の操作に基づいて動作する。操作装置 5 の操作量は、操作量検出部 28 で検出される。操作量検出部 28 は、圧力センサを含む。操作装置 5 の操作量に応じて発生するパイロット油圧が操作量検出部 28 に検出される。操作量検出部 28 は、圧力センサの検出信号を操作装置 5 の操作量に換算する。なお、操作量検出部 28 はポテンショメータのような電氣的センサを含んでもよい。操作装置 5 が電気式レバーを含む場合、操作装置 5 の操作量に応じて発生する電気信号が操作量検出部 28 で検出される。

[0026] 運転室 6 には、スロットルダイヤル 33 が設けられる。スロットルダイヤル 33 は、エンジン 26 に対する燃料供給量を設定するための操作部である。

[0027] 制御システム 9 は、ハイブリッドコントローラ 17 と、エンジン 26 を制御するエンジンコントローラ 18 と、油圧ポンプ 30 を制御するポンプコントローラ 19 とを含む。ハイブリッドコントローラ 17、エンジンコントロ

ーラ 18、及びポンプコントローラ 19 は、コンピュータシステムを含む。ハイブリッドコントローラ 17、エンジンコントローラ 18、及びポンプコントローラ 19 はそれぞれ、CPU (central processing unit) のようなプロセッサと、ROM (read only memory) 又は RAM (random access memory) のような記憶装置と、入出力インターフェース装置とを有する。なお、ハイブリッドコントローラ 17、エンジンコントローラ 18、及びポンプコントローラ 19 は 1 つのコントローラに統合されていてもよい。

[0028] ハイブリッドコントローラ 17 は、発電電動機 27、電動旋回モータ 25、蓄電器 14、第 1 インバータ 15 G 及び第 2 インバータ 15 R のそれぞれに設けられた温度センサの検出信号に基づいて、発電電動機 27、電動旋回モータ 25、蓄電器 14、第 1 インバータ 15 G 及び第 2 インバータ 15 R の温度を調整する。ハイブリッドコントローラ 17 は、蓄電器 14 の充放電制御、発電電動機 27 の発電制御、及び発電電動機 27 によるエンジン 26 のアシスト制御を行う。ハイブリッドコントローラ 17 は、回転センサ 16 の検出信号に基づいて、電動旋回モータ 25 を制御する。

[0029] エンジンコントローラ 18 は、スロットルダイヤル 33 の設定値に基づいて指令信号を生成し、エンジン 26 に設けられたコモンレール制御部 29 に出力する。コモンレール制御部 29 は、エンジンコントローラ 18 から送信された指令信号に基づいて、エンジン 26 に対する燃料噴射量を調整する。

[0030] ポンプコントローラ 19 は、エンジンコントローラ 18、ハイブリッドコントローラ 17 及び操作量検出部 28 の少なくとも一つから送信された指令信号に基づいて、油圧ポンプ 30 から吐出される作動油の流量を調整するための指令信号を生成する。実施形態において、駆動装置 4 は、2 台の油圧ポンプ 30、すなわち第 1 油圧ポンプ 31 及び第 2 油圧ポンプ 32 を有する。第 1 油圧ポンプ 31 及び第 2 油圧ポンプ 32 は、エンジン 26 によって駆動される。

[0031] ポンプコントローラ 19 は、油圧ポンプ 30 の斜板 30 A の傾転角度である傾転角度を制御して、油圧ポンプ 30 からの作動油の供給量を調整する。

油圧ポンプ30には、油圧ポンプ30の斜板角を検出する斜板角センサ30Sが設けられている。斜板角センサ30Sは、第1油圧ポンプ31の斜板31Aの傾転角度を検出する斜板角センサ31Sと、第2油圧ポンプ32の斜板32Aの傾転角度を検出する斜板角センサ32Sとを含む。斜板角センサ30Sの検出信号は、ポンプコントローラ19に出力される。

[0032] ポンプコントローラ19は、斜板角センサ30Sの検出信号に基づいて、油圧ポンプ30のポンプ容量(cc/rev)を算出する。油圧ポンプ30には、斜板30Aを駆動するサーボ機構が設けられている。ポンプコントローラ19は、サーボ機構を制御して、斜板角を調整する。油圧回路40には、油圧ポンプ30のポンプ吐出圧力を検出するためのポンプ圧センサが設けられている。ポンプ圧センサの検出信号は、ポンプコントローラ19に出力される。実施形態において、エンジンコントローラ18とポンプコントローラ19とは、CAN(controller area network)のような車内LAN(local area network)で接続される。車内LANにより、エンジンコントローラ18とポンプコントローラ19とは、相互にデータを授受することができる。ポンプコントローラ19は、油圧回路40に設置される各センサの検出値を取得し、制御指令を出力する。詳細は後述する。

[0033] [油圧回路]

図3は、本実施形態に係る駆動装置4の油圧回路40を示す図である。駆動装置4は、バケットシリンダ21と、アームシリンダ22と、ブームシリンダ23と、バケットシリンダ21及びアームシリンダ22に供給される作動油を吐出する第1油圧ポンプ31と、ブームシリンダ23に供給される作動油を吐出する第2油圧ポンプ32と、を備える。第1油圧ポンプ31及び第2油圧ポンプ32から吐出された作動油は、油圧回路40を流れる。

[0034] 油圧回路40は、第1油圧ポンプ31と接続される第1ポンプ流路41と、第2油圧ポンプ32と接続される第2ポンプ流路42とを有する。油圧回路40は、第1ポンプ流路41と接続される第1供給流路43及び第2供給流路44と、第2ポンプ流路42と接続される第3供給流路45及び第4供

給流路 4 6 とを有する。

[0035] 第 1 ポンプ流路 4 1 は、第 1 分岐部 P 1 において、第 1 供給流路 4 3 と第 2 供給流路 4 4 とに分岐される。第 2 ポンプ流路 4 2 は、第 4 分岐部 P 4 において、第 3 供給流路 4 5 と第 4 供給流路 4 6 とに分岐される。

[0036] 油圧回路 4 0 は、第 1 供給流路 4 3 と接続される第 1 分岐流路 4 7 及び第 2 分岐流路 4 8 と、第 2 供給流路 4 4 と接続される第 3 分岐流路 4 9 及び第 4 分岐流路 5 0 とを有する。第 1 供給流路 4 3 は、第 2 分岐部 P 2 において、第 1 分岐流路 4 7 と第 2 分岐流路 4 8 とに分岐される。第 2 供給流路 4 4 は、第 3 分岐部 P 3 において、第 3 分岐流路 4 9 と第 4 分岐流路 5 0 とに分岐される。油圧回路 4 0 は、第 3 供給流路 4 5 と接続される第 5 分岐流路 5 1 と、第 4 供給流路 4 6 と接続される第 6 分岐流路 5 2 とを有する。

[0037] 油圧回路 4 0 は、第 1 分岐流路 4 7 及び第 3 分岐流路 4 9 と接続される第 1 主操作弁 6 1 と、第 2 分岐流路 4 8 及び第 4 分岐流路 5 0 と接続される第 2 主操作弁 6 2 と、第 5 分岐流路 5 1 及び第 6 分岐流路 5 2 と接続される第 3 主操作弁 6 3 とを有する。

[0038] 油圧回路 4 0 は、第 1 主操作弁 6 1 とバケットシリンダ 2 1 のキャップ側空間 2 1 C とを接続する第 1 バケット流路 2 1 A と、第 1 主操作弁 6 1 とバケットシリンダ 2 1 のロッド側空間 2 1 L とを接続する第 2 バケット流路 2 1 B とを有する。油圧回路 4 0 は、第 2 主操作弁 6 2 とアームシリンダ 2 2 のロッド側空間 2 2 L とを接続する第 1 アーム流路 2 2 A と、第 2 主操作弁 6 2 とアームシリンダ 2 2 のキャップ側空間 2 2 C とを接続する第 2 アーム流路 2 2 B とを有する。油圧回路 4 0 は、第 3 主操作弁 6 3 とブームシリンダ 2 3 のキャップ側空間 2 3 C とを接続する第 1 ブーム流路 2 3 A と、第 3 主操作弁 6 3 とブームシリンダ 2 3 のロッド側空間 2 3 L とを接続する第 2 ブーム流路 2 3 B とを有する。

[0039] 油圧シリンダ 2 0 のキャップ側空間とは、シリンダヘッドカバーとピストンとの間の空間である。油圧シリンダ 2 0 のロッド側空間とは、ピストンロッドが配置される空間である。バケットシリンダ 2 1 のキャップ側空間 2 1

Cに作動油が供給され、バケットシリンダ21が伸長することにより、バケット11は掘削動作する。バケットシリンダ21のロッド側空間21Lに作動油が供給され、バケットシリンダ21が縮退することにより、バケット11はダンプ動作する。

[0040] アームシリンダ22のキャップ側空間22Cに作動油が供給され、アームシリンダ22が伸長することにより、アーム12は掘削動作する。アームシリンダ22のロッド側空間22Lに作動油が供給され、アームシリンダ22が縮退することにより、アーム12はダンプ動作する。

[0041] ブームシリンダ23のキャップ側空間23Cに作動油が供給され、ブームシリンダ23が伸長することにより、ブーム13は上げ動作する。ブームシリンダ23のロッド側空間23Lに作動油が供給され、ブームシリンダ23が縮退することにより、ブーム13は下げ動作する。

[0042] 操作装置5の操作により、作業機1が動作する。実施形態において、操作装置5は、運転席6Sに着座したオペレータの右側に配置される右操作レバー5Rと、左側に配置される左操作レバー5Lとを含む。右操作レバー5Rが前後方向に動かされると、ブーム13は下げ動作又は上げ動作する。右操作レバー5Rが左右方向（車幅方向）に動かされると、バケット11は掘削動作又はダンプ動作する。左操作レバー5Lが前後方向に動かされると、アーム12はダンプ動作又は掘削動作する。左操作レバー5Lが左右方向に動かされると、上部旋回体2は左旋回又は右旋回する。左操作レバー5Lが前後方向に動かされた場合に上部旋回体2が右旋回又は左旋回し、左操作レバー5Lが左右方向に動かされた場合にアーム12がダンプ動作又は掘削動作してもよい。

[0043] 第1油圧ポンプ31の斜板31Aは、サーボ機構31Bによって駆動される。サーボ機構31Bは、ポンプコントローラ19からの指令信号に基づいて作動して、第1油圧ポンプ31の斜板31Aの傾転角度を調整する。第1油圧ポンプ31の斜板31Aの傾転角度が調整されることによって、第1油圧ポンプ31のポンプ容量（cc／rev）が調整される。同様に、第2油

圧ポンプ 3 2 の斜板 3 2 A は、サーボ機構 3 2 B によって駆動される。第 2 油圧ポンプ 3 2 の斜板 3 2 A の傾転角度が調整されることによって、第 2 油圧ポンプ 3 2 のポンプ容量 (cc/rev) が調整される。

[0044] 第 1 主操作弁 6 1 は、第 1 油圧ポンプ 3 1 からバケットシリンダ 2 1 に供給される作動油の方向及び流量を調整する方向制御弁である。第 2 主操作弁 6 2 は、第 1 油圧ポンプ 3 1 からアームシリンダ 2 2 に供給される作動油の方向及び流量を調整する方向制御弁である。第 3 主操作弁 6 3 は、第 2 油圧ポンプ 3 2 からブームシリンダ 2 3 に供給される作動油の方向及び流量を調整する方向制御弁である。

[0045] 第 1 主操作弁 6 1 は、スライドスプール方式の方向制御弁である。第 1 主操作弁 6 1 のスプールは、バケットシリンダ 2 1 に対する作動油の供給を停止してバケットシリンダ 2 1 を停止させる停止位置 P T 0 と、キャップ側空間 2 1 C に作動油が供給されるように第 1 分岐流路 4 7 と第 1 バケット流路 2 1 A とを接続してバケットシリンダ 2 1 を伸長させる第 1 位置 P T 1 と、ロッド側空間 2 1 L に作動油が供給されるように第 3 分岐流路 4 9 と第 2 バケット流路 2 1 B とを接続してバケットシリンダ 2 1 を縮退させる第 2 位置 P T 2 とを移動可能である。バケットシリンダ 2 1 が停止状態、伸長状態、及び縮退状態の少なくとも一つになるように、第 1 主操作弁 6 1 が操作される。

[0046] 第 2 主操作弁 6 2 は、第 1 主操作弁 6 1 と同等の構造である。第 2 主操作弁 6 2 のスプールは、アームシリンダ 2 2 に対する作動油の供給を停止してアームシリンダ 2 2 を停止させる停止位置と、キャップ側空間 2 2 C に作動油が供給されるように第 4 分岐流路 5 0 と第 2 アーム流路 2 2 B とを接続してアームシリンダ 2 2 を伸長させる第 2 位置と、ロッド側空間 2 2 L に作動油が供給されるように第 2 分岐流路 4 8 と第 1 アーム流路 2 2 A とを接続してアームシリンダ 2 2 を縮退させる第 1 位置とを移動可能である。アームシリンダ 2 2 が停止状態、伸長状態、及び縮退状態の少なくとも一つになるように、第 2 主操作弁 6 2 が操作される。

- [0047] 第3主操作弁63は、第1主操作弁61と同等の構造である。第3主操作弁63のスプールは、ブームシリンダ23に対する作動油の供給を停止してブームシリンダ23を停止させる停止位置と、キャップ側空間23Cに作動油が供給されるように第5分岐流路51と第1ブーム流路23Aとを接続してブームシリンダ23を伸長させる第1位置と、ロッド側空間23Lに作動油が供給されるように第6分岐流路52と第2ブーム流路23Bとを接続してブームシリンダ23を縮退させる第2位置とを移動可能である。ブームシリンダ23が停止状態、伸長状態、及び縮退状態の少なくとも一つになるように、第3主操作弁63が操作される。
- [0048] 第1主操作弁61は、操作装置5によって操作される。操作装置5が操作されることによってパイロット圧が第1主操作弁61に作用し、第1主操作弁61からバケットシリンダ21に供給される作動油の方向及び流量が決定される。バケットシリンダ21に供給される作動油の方向に対応する移動方向にバケットシリンダ21が動作し、バケットシリンダ21に供給される作動油の流量に対応するシリンダ速度でバケットシリンダ21が動作する。
- [0049] 同様に、第2主操作弁62は、操作装置5によって操作される。操作装置5が操作されることによって、第2主操作弁62からアームシリンダ22に供給される作動油の方向及び流量が決定される。アームシリンダ22に供給される作動油の方向に対応する移動方向にアームシリンダ22が動作し、アームシリンダ22に供給される作動油の流量に対応するシリンダ速度でアームシリンダ22が動作する。
- [0050] 同様に、第3主操作弁63は、操作装置5によって操作される。操作装置5が操作されることによって、第3主操作弁63からブームシリンダ23に供給される作動油の方向及び流量が決定される。ブームシリンダ23に供給される作動油の方向に対応する移動方向にブームシリンダ23が動作し、ブームシリンダ23に供給される作動油の流量に対応するシリンダ速度でブームシリンダ23が動作する。
- [0051] バケットシリンダ21が動作することにより、バケットシリンダ21の移

動方向及びシリンダ速度に基づいてバケット 11 が駆動される。アームシリンダ 22 が作動することにより、アームシリンダ 22 の移動方向及びシリンダ速度に基づいてアーム 12 が駆動される。ブームシリンダ 23 が動作することにより、ブームシリンダ 23 の移動方向及びシリンダ速度に基づいてブーム 13 が駆動される。

[0052] バケットシリンダ 21、アームシリンダ 22、及びブームシリンダ 23 から排出された作動油は、排出流路 53 を介して、タンク 54 に排出される。

[0053] 第 1 ポンプ流路 41 と第 2 ポンプ流路 42 とは、合流流路 55 によって接続される。合流流路 55 は、第 1 油圧ポンプ 31 と第 2 油圧ポンプ 32 とを接続する流路である。合流流路 55 は、第 1 ポンプ流路 41 と第 2 ポンプ流路 42 とを介して第 1 油圧ポンプ 31 と第 2 油圧ポンプ 32 とを接続する。

[0054] 合流流路 55 には、第 1 合分流弁 67 が設けられる。第 1 合分流弁 67 は、合流流路 55 に設けられ合流流路 55 を開閉する開閉装置である。第 1 合分流弁 67 は、合流流路 55 を開閉することにより、合流流路 55 が閉じられる分流状態と合流流路 55 が開けられる接続状態とを切り替える。分流状態は、合流流路 55 が閉じられて第 1 ポンプ流路 41 と第 2 ポンプ流路 42 とが分離され、第 1 油圧ポンプ 41 から吐出された作動油と第 2 油圧ポンプ 42 から吐出された作動油とが分離された状態を含む。接続状態は、合流流路 55 が開けられて第 1 ポンプ流路 41 と第 2 ポンプ流路 42 とが接続され、第 1 油圧ポンプ 41 から吐出された作動油と第 2 油圧ポンプ 42 から吐出された作動油とが合流する合流状態を含む。なお、本実施形態において、第 1 合分流弁 67 は、切替弁であるが、切替弁でなくてもよい。

[0055] 合流状態とは、第 1 ポンプ流路 41 と第 2 ポンプ流路 42 とが合流流路 55 を介して接続され、第 1 ポンプ流路 41 から吐出された作動油と第 2 ポンプ流路 42 から吐出された作動油とが第 1 合分流弁 67 において合流する状態をいう。合流状態は、第 1 油圧ポンプ 31 及び第 2 油圧ポンプ 32 の両方から供給される作動油を複数のアクチュエータ、すなわちバケットシリンダ 21、アームシリンダ 22、及びブームシリンダ 23 に供給する第 1 状態で

ある。

- [0056] 分流状態とは、第1ポンプ流路41と第2ポンプ流路42とを接続する合流流路55が第1合分流弁67によって分離され、第1ポンプ流路41から吐出された作動油と第2ポンプ流路42から吐出された作動油とが分離された状態をいう。分流状態は、第1油圧ポンプ31から作動油が供給されるアクチュエータと第2油圧ポンプ32から作動油が供給されるアクチュエータとが異なる第2状態である。分流状態において、第1油圧ポンプ31から吐出された作動油がバケットシリンダ21及びアームシリンダ22に供給される。また、分流状態において、第2油圧ポンプ32から吐出された作動油がブームシリンダ23に供給される。
- [0057] 第1合分流弁67のスプールは、合流流路55を開路して第1ポンプ流路41と第2ポンプ流路42とを接続する合流位置と、合流流路55を閉路して第1ポンプ流路41と第2ポンプ流路42とを分離する分流位置とを移動可能である。第1ポンプ流路41と第2ポンプ流路42とが合流状態及び分流状態のいずれか一方になるように、第1合分流弁67が制御される。
- [0058] 第1合分流弁67が閉弁状態になると、合流流路55が閉じられる。合流流路55が閉じられた分流状態において、第1油圧ポンプ31から吐出された作動油は、少なくとも1つのアクチュエータが属する第1アクチュエータ群に供給される。また、合流流路55が閉じられた分流状態において、第2油圧ポンプ32から吐出された作動油は、第1アクチュエータ群に属するアクチュエータとは異なる、少なくとも1つのアクチュエータが属する第2アクチュエータ群に供給される。本実施形態において、第1アクチュエータ群には、バケットシリンダ21、アームシリンダ22、及びブームシリンダ23のうち、バケットシリンダ21及びアームシリンダ22が属する。第2アクチュエータ群には、バケットシリンダ21、アームシリンダ22、及びブームシリンダ23のうち、ブームシリンダ23が属する。
- [0059] 第1合分流弁67が閉弁状態になることにより合流流路55が閉じられると、第1油圧ポンプ31が吐出した作動油は、第1ポンプ流路41、第1主

操作弁 6 1、及び第 2 主操作弁 6 2 を通ってバケットシリンダ 2 1 及びアームシリンダ 2 2 に供給される。また、第 2 油圧ポンプ 3 2 が吐出した作動油は、第 2 ポンプ流路 4 2、及び第 3 主操作弁 6 3 を通ってブームシリンダ 2 3 に供給される。

[0060] 第 1 合分流弁 6 7 が開弁状態になることにより合流流路 5 5 が開かれると、第 1 ポンプ流路 4 1 と第 2 ポンプ流路 4 2 とが接続される。その結果、第 1 油圧ポンプ 3 1 及び第 2 油圧ポンプ 3 2 から吐出された作動油は、第 1 ポンプ流路 4 1、第 2 ポンプ流路 4 2、第 1 主操作弁 6 1、第 2 主操作弁 6 2、及び第 3 主操作弁 6 3 を通って、バケットシリンダ 2 1、アームシリンダ 2 2、及びブームシリンダ 2 3 に供給される。

[0061] 第 1 合分流弁 6 7 は、前述したポンプコントローラ 1 9 によって制御される。ポンプコントローラ 1 0 は、第 1 合分流弁 6 7 を制御して、合流流路 5 5 が閉じられる分流状態と合流流路 5 5 が開けられる接続状態とを切り替える。本実施形態において、ポンプコントローラ 1 9 は、作業機 1 の操作状態と、油圧シリンダ 2 0 の負荷とに基づいて、それぞれの油圧シリンダ 2 0 に配分される作動油の配分流量を求め、得られた配分流量に基づいて第 1 合分流弁 6 7 を動作させる制御装置である。ポンプコントローラ 1 9 の詳細については後述する。

[0062] 油圧回路 4 0 は、第 2 合分流弁 6 8 を有する。第 2 合分流弁 6 8 は、第 1 主操作弁 6 1 と第 2 主操作弁 6 2 との間に設けられたシャトル弁 8 0 と接続される。第 1 主操作弁 6 1 と第 2 主操作弁 6 2 との最大圧力がシャトル弁 8 0 で選択され第 2 合分流弁 6 8 へ出力される。また、第 2 合分流弁 6 8 と第 3 主操作弁 6 3 との間にシャトル弁 8 0 が接続される。

[0063] 第 2 合分流弁 6 8 は、シャトル弁 8 0 により、バケットシリンダ 2 1 を示す第 1 軸、アームシリンダ 2 2 を示す第 2 軸、及びブームシリンダ 2 3 を示す第 3 軸の各軸に供給される作動油を減圧したロードセンシング圧（L S 圧）の最大圧力を選択する。ロードセンシング圧とは、圧力補償に用いられるパイロット油圧である。第 2 合分流弁 6 8 が合流状態のときは、第 1 軸から

第3軸の最大LS圧が選択され、第1軸から第3軸それぞれの圧力補償弁70と第1油圧ポンプ31のサーボ機構31B及び第2油圧ポンプ32のサーボ機構32Bに供給される。一方、第2合分流弁68が分流状態のときは、第1軸と第2軸との最大LS圧が第1軸と第2軸の圧力補償弁70と第1油圧ポンプ31のサーボ機構31Bに供給され、第3軸のLS圧が第3軸の圧力補償弁70と第2油圧ポンプ32のサーボ機構32Bに供給される。

[0064] シャトル弁80は、第1主操作弁61、第2主操作弁62、及び第3主操作弁63から出力されたパイロット油圧のうち、最大値を示すパイロット油圧を選択する。選択されたパイロット油圧は、圧力補償弁70と、油圧ポンプ30（31，32）のサーボ機構（31B，32B）に供給される。

[0065] [圧力センサ]

第1バケット流路21Aには、圧力センサ81Cが取り付けられる。第2バケット流路21Bには、圧力センサ81Lが取り付けられる。圧力センサ81Cは、バケットシリンダ21のキャップ側空間21C内の圧力を検出する。圧力センサ81Lは、バケットシリンダ21のロッド側空間21L内の圧力を検出する。

[0066] 第1アーム流路22Aには、圧力センサ82Cが取り付けられる。第2アーム流路22Bには、圧力センサ82Lが取り付けられる。圧力センサ82Cは、アームシリンダ22のキャップ側空間22C内の圧力を検出する。圧力センサ82Lは、アームシリンダ22のロッド側空間22L内の圧力を検出する。

[0067] 第1ブーム流路23Aには、圧力センサ83Cが取り付けられる。第2ブーム流路23Bには、圧力センサ83Lが取り付けられる。圧力センサ83Cは、ブームシリンダ23のキャップ側空間23C内の圧力を検出する。圧力センサ83Lは、ブームシリンダ23のロッド側空間21L内の圧力を検出する。

[0068] 第1油圧ポンプ31の吐出口側、詳細には第1油圧ポンプ31と第1ポンプ流路41との間には、圧力センサ84が取り付けられる。圧力センサ84

は、第1油圧ポンプ31が吐出する作動油の圧力を検出する。第2油圧ポンプ32の吐出口側、詳細には第2油圧ポンプ32と第2ポンプ流路42との間には、圧力センサ85が取り付けられる。圧力センサ85は、第2油圧ポンプ32が吐出する作動油の圧力を検出する。それぞれの圧力センサで検出された検出値は、ポンプコントローラ19に出力される。

[0069] [圧力補償弁]

油圧回路40は、圧力補償弁70を有する。圧力補償弁70は、連通と絞りと遮断とを選択するための選択ポートを備える。圧力補償弁70は、自己圧で遮断と、絞りと、連通との切り替えを可能とする、絞り弁を含む。圧力補償弁70は、各軸の負荷圧が異なっても、各軸のメータリング開口面積の比率に応じて流量分配を補償することを目的としている。圧力補償弁70がない場合、低負荷側の軸にほとんどの作動油が流れてしまう。圧力補償弁70は、低負荷圧の軸の主操作弁60の出口圧力が、最大負荷圧の軸の主操作弁60の出口圧力と同等になるように、低負荷圧の軸に圧力損失を作用させることで、各主操作弁60の出口圧力が同一となるため、流量分配の機能を実現する。

[0070] 圧力補償弁70は、第1主操作弁61に接続される圧力補償弁71及び圧力補償弁72と、第2主操作弁62に接続される圧力補償弁73及び圧力補償弁74と、第3主操作弁63に接続される圧力補償弁75及び圧力補償弁76とを含む。

[0071] 圧力補償弁71は、キャップ側空間21Cに作動油が供給されるように第1分岐流路47と第1バケット流路21Aとが接続された状態において第1主操作弁61の前後差圧（メータリング差圧）を補償する。圧力補償弁72は、ロッド側空間21Lに作動油が供給されるように第3分岐流路49と第2バケット流路21Bとが接続された状態において第1主操作弁61の前後差圧（メータリング差圧）を補償する。

[0072] 圧力補償弁73は、ロッド側空間22Lに作動油が供給されるように第2分岐流路48と第1アーム流路22Aとが接続された状態において第2主操

作弁 6 2 の前後差圧（メータリング差圧）を補償する。圧力補償弁 7 4 は、キャップ側空間 2 2 C に作動油が供給されるように第 4 分岐流路 5 0 と第 2 アーム流路 2 2 B とが接続された状態において第 2 主操作弁 6 2 の前後差圧（メータリング差圧）を補償する。

[0073] なお、主操作弁の前後差圧（メータリング差圧）とは、主操作弁の油圧ポンプ側に対応する入口ポートの圧力と、油圧シリンダ側に対応する出口ポートの圧力との差をいい、流量を計測（metering）するための差圧である。

[0074] 圧力補償弁 7 0 により、バケットシリンダ 2 1 及びアームシリンダ 2 2 の一方の油圧シリンダ 2 0 に軽負荷が作用し、他方の油圧シリンダ 2 0 に高負荷が作用した場合においても、バケットシリンダ 2 1 及びアームシリンダ 2 2 のそれぞれに、操作装置 5 の操作量に応じた流量で作動油を分配することができる。

[0075] 圧力補償弁 7 0 は、複数の油圧シリンダ 2 0 の負荷によらず、操作に基づく流量を供給可能にする。例えば、バケットシリンダ 2 1 に高負荷が作用し、アームシリンダ 2 2 に軽負荷が作用する場合、軽負荷側に配置された圧力補償弁 7 0（7 3，7 4）は、第 1 主操作弁 6 1 からバケットシリンダ 2 1 に作動油が供給され発生するメータリング差圧 $\Delta P 1$ にかかわらず、第 2 主操作弁 6 2 からアームシリンダ 2 2 に作動油が供給されるとき、第 2 主操作弁 6 2 の操作量に基づく流量が供給されるように、軽負荷側であるアームシリンダ 2 2 側のメータリング差圧 $\Delta P 2$ がバケットシリンダ 2 1 側のメータリング差圧 $\Delta P 1$ とほぼ同一の圧力となるように補償する。

[0076] アームシリンダ 2 2 に高負荷が作用し、バケットシリンダ 2 1 に軽負荷が作用する場合、軽負荷側に配置された圧力補償弁 7 0（7 1，7 2）は、第 2 主操作弁 6 2 からアームシリンダ 2 2 に作動油が供給され発生するメータリング差圧 $\Delta P 2$ に関わらず、第 1 主操作弁 6 1 からバケットシリンダ 2 1 に作動油が供給されるとき、第 1 主操作弁 6 1 の操作量に基づく流量が供給されるように、軽負荷側のメータリング差圧 $\Delta P 1$ を補償する。

[0077] [アンロード弁]

油圧回路４０は、アンロード弁９０を有する。油圧回路４０においては、油圧シリンダ２０を駆動しないときにおいても、油圧ポンプ３０からは最小容量に相当する流量の作動油が吐出される。油圧シリンダ２０を駆動しないときにおいて油圧ポンプ３０から吐出された作動油は、アンロード弁９０を介して排出（アンロード）される。

[0078] [ポンプコントローラ]

図４は、実施形態に係るポンプコントローラ１９の機能ブロック図である。ポンプコントローラ１９は、処理部１９Ｃと、記憶部１９Ｍと、入出力部１９ＩＯとを有する。処理部１９Ｃはプロセッサであり、記憶部１９Ｍは記憶装置であり、入出力部１９ＩＯは入出力インターフェース装置である。処理部１９Ｃは、配分流量演算部１９Ｃａと、決定部１９Ｃｂと、制御部１９Ｃｃと、操作状態判定部１９Ｃｄとを含む。記憶部１９Ｍは、処理部１９Ｃが処理を実行する際の一時記憶部としても使用される。

[0079] 配分流量演算部１９Ｃａは、バケットシリンダ２１、アームシリンダ２２、及びブームシリンダ２３に配分される作動油の流量である配分流量 Q （ Q_b 、 Q_a 、 Q_b ）を求める。決定部１９Ｃｂは、配分流量演算部１９Ｃａによって求められた配分流量 Q に基づいて、第１合分流弁６７を開くか否かを決定する。制御部１９Ｃｃは、第１合分流弁６７を開閉する指令信号を出力する。操作状態判定部１９Ｃｄは、操作装置５に与えられた入力を用いて、作業機１の操作状態を判定する。

[0080] プロセッサである処理部１９Ｃは、配分流量演算部１９Ｃａ、決定部１９Ｃｂ、制御部１９Ｃｃ、及び操作状態判定部１９Ｃｄの機能を実現するためのコンピュータプログラムを記憶部１９Ｍから読み出して実行する。この処理によって、配分流量演算部１９Ｃａ、決定部１９Ｃｂ、制御部１９Ｃｃ、及び操作状態判定部１９Ｃｄの機能が実現される。これらの機能は、単一回路、複合回路、プログラム化されたプロセッサ、並列プログラム化されたプロセッサ、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、又はこれらを組み合わせた

処理回路によって実現されてもよい。

[0081] 入出力部 19 I O には、圧力センサ 81 C, 81 L, 82 C, 82 L, 83 C, 83 L, 84, 85, 86, 87 及び 88 と、第 1 合分流弁 67 とが接続される。圧力センサ 86, 87 及び 88 は、操作量検出部 28 が有する圧力センサである。圧力センサ 86 は、バケット 11 を操作するための入力操作装置 5 に与えられた場合のパイロット油圧を検出する。圧力センサ 87 は、アーム 12 を操作するための操作装置 5 に与えられた場合のパイロット油圧を検出する。圧力センサ 88 は、ブーム 13 を操作するための入力操作装置 5 に与えられた場合のパイロット油圧を検出する。

[0082] ポンプコントローラ 19、詳細には処理部 19 C は、入出力部 19 I O から圧力センサ 81 C, 81 L, 82 C, 82 L, 83 C, 83 L, 84, 85, 86, 87 及び 88 の検出値を取得して、第 1 合分流弁 67 を開閉する制御、すなわち分流状態と合流状態とを切り替える制御に用いる。次に、第 1 合分流弁 67 を開閉する制御について説明する。

[0083] [第 1 合分流弁 67 を開閉する制御]

ポンプコントローラ 19 は、操作装置 5 の圧力センサ 86, 87, 88 の検出値に基づいて、作業機 1 の操作状態を求める。また、ポンプコントローラ 19 は、圧力センサ 81 C, 81 L, 82 C, 82 L, 83 C, 83 L の検出値から、バケットシリンダ 21、アームシリンダ 22、及びブームシリンダ 23 に配分される作動油の配分流量 Q を求める。

[0084] ポンプコントローラ 19 は、求めた配分流量 Q と、第 1 合分流弁 67 を動作させるか否かを決定する際に用いられる作動油の流量の閾値 Q_s とを比較し、配分流量 Q が閾値 Q_s 以下である場合、第 1 合分流弁 67 を閉じて、分流状態とする。ポンプコントローラ 19 は、求めた配分流量 Q が閾値 Q_s よりも大きい場合、第 1 合分流弁 67 を開いて合流状態とする。閾値 Q_s は、第 1 油圧ポンプ 31 が 1 台で供給できる作動油の流量又は第 2 油圧ポンプ 32 が 1 台で供給できる作動油の流量に基づいて定められる。

[0085] 配分流量を Q とすると、配分流量は式 (1) で求めることができる。式 (

1) 中の Q_d は要求流量、 P_P は油圧ポンプ30が吐出する作動油の圧力、 L_A は油圧シリンダ20の負荷、 ΔP_L は設定差圧である。実施形態において、第1主操作弁61、第2主操作弁62及び第3主操作弁63は、入口側と出口側との差圧が一定になるようにする。この差圧が設定差圧 ΔP_L であり、第1主操作弁61、第2主操作弁62及び第3主操作弁63毎に予め設定されて、ポンプコントローラ19の記憶部19Mに記憶されている。

$$Q = Q_d \times \sqrt{\{(P_P - L_A) / \Delta P_L\}} \cdots (1)$$

[0086] 配分流量 Q は、それぞれの油圧シリンダ20、すなわちバケットシリンダ21、アームシリンダ22、及びブームシリンダ23毎に求められる。バケットシリンダ21の配分流量を Q_{bk} 、アームシリンダ22の配分流量を Q_a 、ブームシリンダ23の配分流量を Q_b とすると、配分流量 Q_{bk} 、 Q_a 及び Q_b は、式(2)から式(4)で求められる。

$$Q_{bk} = Q_{dbk} \times \sqrt{\{(P_P - L_{Abk}) / \Delta P_L\}} \cdots (2)$$

$$Q_a = Q_{da} \times \sqrt{\{(P_P - L_{Aa}) / \Delta P_L\}} \cdots (3)$$

$$Q_b = Q_{db} \times \sqrt{\{(P_P - L_{Ab}) / \Delta P_L\}} \cdots (4)$$

[0087] 式(2)の Q_{dbk} はバケットシリンダ21の要求流量、 L_{Abk} はバケットシリンダ21の負荷である。式(3)の Q_{da} はアームシリンダ22の要求流量、 L_{Aa} はアームシリンダ22の負荷である。式(4)の Q_{db} はブームシリンダ23の要求流量、 L_{Ab} はブームシリンダ23の負荷である。設定差圧 ΔP_L は、バケットシリンダ21に作動油を給排油する第1主操作弁61と、アームシリンダ22に作動油を給排油する第2主操作弁62と、ブームシリンダ23に作動油を給排油する第3主操作弁63とで、いずれも同じ値が用いられる。設定差圧 ΔP_L は、バケットシリンダ21に作動油を給排油する第1主操作弁61の設定差圧、アームシリンダ22に作動油を給排油する第2主操作弁62の設定差圧、ブームシリンダ23に作動油を給排油する第3主操作弁63の設定差圧であって、いずれも同じ値が用いられる。

[0088] 要求流量 Q_{dbk} 、 Q_{da} 、 Q_{db} は、操作装置5の操作量検出部28が

有する圧力センサ 86, 87, 88 によって検出されたパイロット油圧に基づいて求められる。圧力センサ 86, 87, 88 によって検出されたパイロット油圧は、作業機 1 の操作状態に対応している。配分流量演算部 19Ca は、パイロット油圧を主操作弁 60 のスプールストロークに変換し、得られたスプールストロークから、要求流量 Q_{dbk} , Q_{da} , Q_{db} を求める。パイロット油圧と主操作弁 60 のスプールストロークとの関係、及び主操作弁 60 のスプールストロークと要求流量 Q_{dbk} , Q_{da} , Q_{db} との関係は、それぞれ変換テーブルに記述される。変換テーブルは、記憶部 19M に記憶される。このように、要求流量 Q_{dbk} , Q_{da} , Q_{db} は、作業機 1 の操作状態に基づいて求められる。

[0089] 配分流量演算部 19Ca は、バケット 11 の操作に対応したパイロット油圧を検出する圧力センサ 86 の検出値を取得し、第 1 主操作弁 61 のスプールストロークに変換する。そして、配分流量演算部 19Ca は、得られたスプールストロークからバケットシリンダ 21 の要求流量 Q_{dbk} を求める。

[0090] 配分流量演算部 19Ca は、アーム 12 の操作に対応したパイロット油圧を検出する圧力センサ 87 の検出値を取得し、第 2 主操作弁 62 のスプールストロークに変換する。そして、配分流量演算部 19Ca は、得られたスプールストロークからアームシリンダ 22 の要求流量 Q_{da} を求める。

[0091] 配分流量演算部 19Ca は、ブーム 13 の操作に対応したパイロット油圧を検出する圧力センサ 88 の検出値を取得し、第 3 主操作弁 63 のスプールストロークに変換する。そして、配分流量演算部 19Ca は、得られたスプールストロークからブームシリンダ 23 の要求流量 Q_{db} を求める。

[0092] 第 1 主操作弁 61、第 2 主操作弁 62、及び第 3 主操作弁 63 のスプールがストロークする方向によって、バケット 11、アーム 12、及びブーム 13 が動作する方向が異なる。配分流量演算部 19Ca は、バケット 11、アーム 12、及びブーム 13 が動作する方向によって、負荷 LA を求める際に、キャップ側空間 21C, 22C, 23C の圧力、又はロッド側空間 21L, 22L, 23L の圧力のいずれを用いるかを選択する。例えば、スプール

ストロークが第１の方向である場合、配分流量演算部１９Ｃａは、キャップ側空間２１Ｃ，２２Ｃ，２３Ｃの圧力を検出する圧力センサ８１Ｃ，８２Ｃ，８３Ｃの検出値を用いて負荷ＬＡｂｋ，ＬＡａ，ＬＡｂを求める。スプールストロークが第１の方向とは反対方向である第２の方向である場合、配分流量演算部１９Ｃａは、ロッド側空間２１Ｌ，２２Ｌ，２３Ｌの圧力を検出する圧力センサ８１Ｌ，８２Ｌ，８３Ｌの検出値を用いて負荷ＬＡ，ＬＡａ，ＬＡｂを求める。実施形態において、負荷ＬＡ，ＬＡａ，ＬＡｂは、バケットシリンダ２１の圧力、アームシリンダ２２の圧力、及びブームシリンダ２３の圧力である。

[0093] 式（１）から式（４）において、油圧ポンプ３０が吐出する作動油の圧力ＰＰは未知である。配分流量演算部１９Ｃａは、次の式（５）が収束するように繰り返し数値計算を実行し、式（５）収束したときの配分流量Ｑｂｋ，Ｑａ及びＱｂに基づいて、第１合分流弁６７を動作させる。

$$Q_{lp} = Q_{bk} + Q_a + Q_b \cdots (5)$$

[0094] Q_{lp} は、ポンプ制限流量であり、ポンプ最大流量 Q_{max} と、第１油圧ポンプ３１及び第２油圧ポンプ３２の目標とする出力から決まるポンプ目標流量 Q_t との最小値である。ポンプ最大流量 Q_{max} は、スロットルダイヤル３３の指示値から求められる流量から、電動旋回モータ２５が油圧旋回モータに置き換わった場合に油圧旋回モータへ供給される作動油の流量を減算した値である。油圧シヨベル１００が電動旋回モータ２５を有さない場合、ポンプ最大流量 Q_{max} は、スロットルダイヤル３３の指示値から求められる流量になる。

[0095] 第１油圧ポンプ３１及び第２油圧ポンプ３２の目標とする出力は、エンジン２６の目標とする出力から油圧シヨベル１００の補機の出力を減算した値である。ポンプ目標流量 Q_t は、第１油圧ポンプ３１及び第２油圧ポンプ３２の目標とする出力及びポンプ圧力から得られる流量である。詳細には、ポンプ圧力は、第１油圧ポンプ３１が吐出する作動油の圧力と、第２油圧ポンプ３２が吐出する作動油の圧力とのうち、大きい方である。

[0096] 配分流量 Q_{bk} 、 Q_a 、 Q_b が得られた後、ポンプコントローラ19の決定部19Cbは、決定部19Cbは、配分流量 Q_{bk} 、 Q_a 、 Q_b と閾値 Q_s との比較結果に基づいて、合流状態にするか分流状態にするかを決定する。制御部19Ccは、決定部19Cbが決定した合流状態又は分流状態に基づいて、第1合分流弁67を動作させる。閾値 Q_s は、第1油圧ポンプ31が1台で供給できる作動油の流量を示す第1供給流量 Q_{sf} 、及び第2油圧ポンプ32が1台で供給できる作動油の流量を示す第2供給流量 Q_{ss} に基づいて定められる。

[0097] 第1油圧ポンプ31が1台で供給できる作動油の流量を示す第1供給流量 Q_{sf} は、第1油圧ポンプ31の最大容量に、スロットルダイヤル33の指令値から決まるエンジン26の最大回転数を乗算することにより求められる。第2油圧ポンプ32が1台で供給できる作動油の流量を示す第2供給流量 Q_{ss} は、第2油圧ポンプ32の最大容量に、スロットルダイヤル33の指令値から決まるエンジン26の最大回転数を乗算することにより求められる。第1油圧ポンプ31及び第2油圧ポンプ32はエンジン26の出力シャフトに直結されているので、第1油圧ポンプ31及び第2油圧ポンプ32の回転速度は、エンジン26の回転速度と等しくなる。本実施形態において、第1合分流弁67を動作させるか否かを決定する際に用いられる作動油の閾値 Q_s は、第1供給流量 Q_{sf} 及び第2供給流量 Q_{ss} である。

[0098] 第1油圧ポンプ31は、バケットシリンダ21及びアームシリンダ22に作動油を供給する。したがって、バケットシリンダ21の配分流量 Q_{bk} とアームシリンダ22の配分流量 Q_a との和が第1供給流量 Q_{sf} 以下であれば、第1油圧ポンプ31は、単独で、バケットシリンダ21及びアームシリンダ22に作動油を供給できる。第2油圧ポンプ32は、ブームシリンダ23に作動油を供給する。したがって、ブームシリンダ23の配分流量 Q_b が第2供給流量 Q_{ss} 以下であれば、第2油圧ポンプ32は、単独で、ブームシリンダ23に作動油を供給できる。

[0099] 決定部19Cbは、バケットシリンダ21の配分流量 Q_{bk} とアームシリ

シリンダ 22 の配分流量 Q_a との和が第 1 供給流量 Q_{sf} 以下、かつブームシリンダ 23 の配分流量 Q_b が第 2 供給流量 Q_{ss} 以下である場合に、分流状態とする。この場合、決定部 19Cb は、第 1 合分流弁 67 を閉弁する。決定部 19Cb は、バケットシリンダ 21 の配分流量 Q_{bk} とアームシリンダ 22 の配分流量 Q_a との和が第 1 供給流量 Q_{sf} 以下でない場合、又はブームシリンダ 23 の配分流量 Q_b が第 2 供給流量 Q_{ss} 以下でない場合のいずれかの場合に、合流状態とする。この場合、決定部 19Cb は、第 1 合分流弁 67 を開弁する。決定部 19Cb における分流と合流の切り替えの判定は、配分流量以外に第 1 ポンプ 31 及び第 2 ポンプ 32 の圧力（圧力センサ 84, 85）の差に基づき行われてもよい。

[0100] 図 5 は、ポンプ及び油圧シリンダの流量、ポンプの吐出圧力、及びレバーストロークが時間 t によって変化する一例を示す図である。図 5 の横軸は時間 t である。アームシリンダ 22 に供給される作動油の流量の推定値を Q_{ag} 、ブームシリンダ 23 に供給される作動油の流量の推定値を Q_{bg} 、アームシリンダ 22 に供給される作動油の流量の真値を Q_{ar} 、ブームシリンダ 23 に供給される作動油の流量の真値を Q_{br} とする。推定値 Q_{ag} は、ポンプコントローラ 19 によって求められた、アームシリンダ 22 の配分流量 Q_a であり、推定値 Q_{bg} は、ポンプコントローラ 19 によって求められた、ブームシリンダ 23 の配分流量 Q_b である。

[0101] 流量 Q_{pf} は第 1 油圧ポンプ 31 が吐出する作動油の流量であり、流量 Q_{ps} は第 2 油圧ポンプ 32 が吐出する作動油の流量である。圧力 P_{pf} は第 1 油圧ポンプ 31 が吐出する作動油の圧力であり、圧力 P_{ps} は第 2 油圧ポンプ 32 が吐出する作動油の圧力である。圧力 P_a はアームシリンダ 22 に供給される作動油の圧力であり、圧力 P_b はブームシリンダ 23 に供給される作動油の圧力である。レバーストローク L_{vsa} は、アーム 12 を操作するために操作装置 5 を操作したときの、操作レバーのストロークである。レバーストローク L_{vsb} は、ブーム 13 を操作するために操作装置 5 を操作したときの、操作レバーのストロークである。

- [0102] 本実施形態において、ポンプコントローラ 19 は、作業機 1 の操作状態と、作業機 1 を駆動するアクチュエータである油圧シリンダ 20 の負荷とに基づいて、それぞれの油圧シリンダ 20 に配分される作動油の配分流量 Q を求める。そして、ポンプコントローラ 19 は、得られた配分流量 Q と、閾値 Q_s とに基づいて、合流状態と分流状態とを切り替える。本実施形態において、分流状態とすることができるのは、期間 PDP である。
- [0103] これに対して、第 1 油圧ポンプ 31 が吐出する作動油の圧力 P_{pf} 及び第 2 油圧ポンプ 32 が吐出する作動油の圧力 P_{ps} に基づいて、合流状態と分流状態とを切り替える方法がある。この方法は、例えば、圧力 P_{pf} 及び P_{ps} が閾値 P_s 以上の場合は油圧シリンダ 20 に必要な作動油の流量が小さくなるので分流状態とし、圧力 P_{pf} 及び P_{ps} が閾値 P_s よりも小さい場合は油圧シリンダ 20 に必要な作動油の流量が大きくなるので合流状態とする。圧力 P_{pf} 及び P_{ps} から油圧シリンダ 20 に供給される作動油の流量を正確に推定することは困難であるため、閾値 P_s を高くする必要がある。この場合、分流状態とすることができるのは、期間 PDU である。
- [0104] 分流状態とすることができる期間 PDI は、油圧シリンダ 20 に供給される作動油の流量の真値 Q_{ar} 及び Q_{br} と、閾値 Q_s とに基づいて得られた期間である。油圧シリンダ 20 に供給される作動油の流量の真値 Q_{ar} 及び Q_{br} は実際に求めることはできないが、真値 Q_{ar} 及び Q_{br} に基づく期間 PDI は、理論上実現できる最も長い期間である。
- [0105] 図 5 から分かるように、分流状態とすることができる期間は、圧力 P_{pf} 及び P_{ps} に基づく期間 PDU、ポンプコントローラ 19 を含む制御システム 9 による期間 PDP、真値 Q_{ar} 及び Q_{br} に基づく期間 PDI の順に長くなる。このように、制御システム 9 は、分流状態とすることができる期間 PDP を、理論上実現できる期間、すなわち油圧シリンダ 20 に供給される作動油の流量の真値 Q_{ar} 及び Q_{br} に基づく期間 PDI に近づけることができる。その結果、制御システム 9 は、分流状態で駆動装置 4 を動作させる期間を長くすることができるので、合流状態において高压の作動油を減圧し

てブームシリンダ 23 に供給する際の圧力損失を低減できる期間が長くなる。

[0106] [制御部 19Cc の処理]

制御部 19Cc は、第 1 合分流弁 67 を制御して、合流流路 55 が閉じられる分流状態と合流流路 55 が開けられる合流状態とを切り替える。分流状態においては、第 1 油圧ポンプ 31 から吐出された作動油は、第 1 アクチュエータ群のアームシリンダ 22 及びバケットシリンダ 23 に供給される。また、分流状態においては、第 2 油圧ポンプ 32 から吐出された作動油は、第 2 アクチュエータ群のブームシリンダ 23 に供給される。

[0107] 油圧シリンダ 20 は、操作装置 5 が操作されることにより駆動する。制御部 19Cc は、合流状態において、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が操作装置 5 により操作状態になっても、合流状態が維持され、分流状態において、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が操作装置 5 により非操作状態になっても、分流状態が維持されるように、第 1 合分流弁 67 を制御する。

[0108] [アンロード流量]

上述のように、油圧回路 40 は、アンロード弁 90 を有する。例えば、分流状態においてアームシリンダ 22 が操作装置 5 に操作され、ブームシリンダ 23 は操作装置 5 により操作されていないとき、すなわち、分流状態において、第 1 油圧ポンプ 31 に接続された第 1 アクチュエータ群を駆動し、第 2 油圧ポンプ 32 に接続された第 2 アクチュエータ群を駆動しないとき、第 2 油圧ポンプ 32 から吐出された作動油は、アンロード弁 90 を介してアンロードされることとなる。アンロードされる作動油が多いことは、油圧ポンプ 30 が無駄に駆動することを意味し、例えば油圧ショベル 100 の燃費の低下をもたらす。

[0109] 図 6 は、油圧ポンプ 30 及び油圧シリンダ 20 の流量、油圧ポンプ 30 の吐出圧力、及び操作装置 5 の操作量を示すレバーストロークが時間によって

変化する一例を示す図である。なお、以下の説明においては、説明を簡単にするために、第1油圧シリンダ群がアームシリンダ22のみからなり、第2油圧シリンダ群がブームシリンダ23のみからなる例について説明する。

[0110] 図6に示すグラフにおいて、横軸は時間 t である。実線 Q_{pf} は、第1油圧ポンプ31のポンプ流量であり、実線 Q_{ps} は、第2油圧ポンプ32のポンプ流量である。点線 Q_a は、アームシリンダ22が必要としている流量 Q_a であり、点線 Q_b は、ブームシリンダ23が必要としている流量 Q_b である。また、点線 Q_e は、アンロード流量 Q_e である。

[0111] 図6は、アーム12を駆動するために操作装置5の操作レバー（以下、アーム用レバーと称する）が操作され、ブーム13を操作するための操作装置5の操作レバー（以下、ブーム用レバーと称する）が間欠的に操作されている例を示す。合流状態である期間 T_a においては、アーム用レバー及びブーム用レバーは操作されていない。この場合、流量 Q_a 及び流量 Q_b はゼロである。一方、第1油圧ポンプ31及び第2油圧ポンプ32のそれぞれから僅かに作動油が吐出されている。この場合、作動油は、一定のアンロード流量 Q_e でアンロードされる。このときのアンロード流量 Q_e は、流量 Q_{pf} と流量 Q_{ps} との和である。

[0112] 分流状態である期間 T_{b1} においては、アーム用レバーがレバーストローク L_{vsa} で操作され、ブーム用レバーは操作されていない。分流状態であるため、アーム用レバーが操作されることにより、第1油圧ポンプ31のポンプ圧 P_{pf} が上昇し、レバーストローク L_{vsa} に応じて、第1油圧ポンプ31から流量 Q_{pf} で作動油が吐出される。第1油圧ポンプ31から吐出された作動油は、アームシリンダ22に供給され、アンロードされない。ブーム用レバーは操作されていないため、第2油圧ポンプ32のポンプ圧 P_{ps} は上昇しない。この場合、第2油圧ポンプ32から吐出された作動油はアンロードされる。このときのアンロード流量 Q_e は、流量 Q_{ps} と等しい。

[0113] 分流状態である期間 T_{b2} において、アーム用レバーのみならずブーム用レバーも操作されると、第2油圧ポンプ32のポンプ圧 P_{ps} が上昇し、ブ

ーム用レバーのレバーストローク L_{vsb} に応じて、第2油圧ポンプ32から流量 Q_{ps} で作動油が吐出される。第2油圧ポンプ32から吐出された作動油は、ブームシリンダ23に供給され、アンロードされない。このときのアンロード流量 Q_e は、ゼロである。

[0114] 分流状態である期間 T_{b3} において、ブーム用レバーが中立位置に戻されると、第2油圧ポンプ32のポンプ圧 P_{ps} は低下する。ポンプ圧 P_{ps} が低下しても、第2油圧ポンプ32から僅かに作動油が吐出され、アンロードされる。このときのアンロード流量 Q_e は、流量 Q_{ps} と等しい。

[0115] 分流状態である期間 T_{b4} において、アーム用レバーのみならずブーム用レバーが操作されると、第2油圧ポンプ32のポンプ圧 P_{ps} が上昇し、ブーム用レバーのレバーストローク L_{vsb} に応じて、第2油圧ポンプ32から流量 Q_{ps} で作動油が吐出される。第2油圧ポンプ32から吐出された作動油は、ブームシリンダ23に供給され、アンロードされない。このときのアンロード流量 Q_e は、ゼロである。

[0116] このように、分流状態において、アーム用レバー及びブーム用レバーのうちいずれか一方の操作レバーの操作が解除されると、アンロードされる作動油が発生する。アンロード流量 Q_e が多いことは、油圧ポンプ30が無駄に作動することを意味し、例えば油圧シヨベル100の燃費低下がもたらされる。

[0117] 本実施形態においては、一旦合流状態となった場合には、分流状態の条件の成立の判定における分流状態の条件が成立しても第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のうちいずれか一方のアクチュエータ群を駆動し、他方のアクチュエータ群を駆動しない場合でも決定部19Cbは、合流状態とする判定を行う。すなわち、決定部19Cbは、一旦合流状態となると各作業機要素の配分流量 Q (配分流量 Q_{bk} , Q_a , Q_b) が閾値 Q_s (Q_{sf} , Q_{ss}) 以下であっても、第1アクチュエータ群を操作する第1操作レバー及び第2アクチュエータ群を操作する第2操作レバーのうちいずれか一方の操作レバーが操作され、他方の操作レバーが操作されていない場合には

合流状態を維持する。

[0118] [制御方法]

次に、本実施形態に係る油圧シヨベル 100 の制御方法について説明する。図 7 は、本実施形態に係る油圧シヨベル 100 の制御方法の一例を示すフローチャートである。本実施形態に係る制御方法は、作業機 1 の操作状態と、作業機 1 を駆動するアクチュエータである油圧シリンダ 20 の負荷とに基づいて、それぞれの油圧シリンダ 20 に配分される作動油の配分流量 Q を求め、得られた配分流量 Q と閾値 Q_s とに基づいて、合流状態と分流状態とを切り替える。本実施形態に係る制御方法は、制御システム 9、詳細にはポンプコントローラ 19 によって実現される。

[0119] ポンプコントローラ 19 の配分流量演算部 19C a は、配分流量 Q_b , Q_a , Q_b を求める (ステップ S 101)。

[0120] ステップ S 102 において、ポンプコントローラ 19 の決定部 19C b は、分流状態とする条件が成立したか否かを判定する (ステップ S 102)。

[0121] ステップ S 102 において、分流状態とする条件が成立すると判定された場合 (ステップ S 102, Yes)、決定部 19C b は、第 1 油圧ポンプ 31 と第 2 油圧ポンプ 32 との前回の合分流状態が分流状態であったか否かを判定する (ステップ S 103)。

[0122] ステップ S 103 において、前回の合分流状態が分流状態であると判定された場合 (ステップ S 103: Yes)、決定部 19C b は、合分流状態を分流状態に決定する。決定部 19C b において分流状態にすることが決定された場合、制御部 19C c は、第 1 合分流弁 67 を閉じて、分流状態に設定する (ステップ S 104)。この処理により、駆動装置 4 は、分流状態で動作する。

[0123] ステップ S 102 において、分流状態とする条件が成立しないと判定された場合 (ステップ S 102: No)、決定部 19C b は、合分流状態を合流状態に決定する。決定部 19C b において合流状態にすることが決定された場合、制御部 19C c は、第 1 合分流弁 67 を開けて、合流状態に設定する。

(ステップS 1 0 6)。この処理により、駆動装置4は、合流状態で動作する。

[0124] ステップS 1 0 3において、前回の合分流状態が分流状態でないと判定された場合(ステップS 1 0 3 : N o)、決定部1 9 C bは、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のいずれか一方が駆動状態であるか否かを判定する(ステップS 1 0 5)。

[0125] ステップS 1 0 5において、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群の両方が駆動していない非駆動状態であると判定されたとき(ステップS 1 0 5 : N o)、決定部1 9 C bは、合分流状態を分流状態に決定する。制御部1 9 C cは、第1合分流弁6 7を閉じて、分流状態に設定する(ステップS 1 0 4)。

[0126] ステップS 1 0 5において、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のいずれか一方が駆動している駆動状態であると判定されたとき(ステップS 1 0 5 : Y e s)、決定部1 9 C bは、合分流状態を合流状態に決定する。制御部1 9 C cは、第1合分流弁6 7を開けて、合流状態に設定する(ステップS 1 0 6)。

[0127] このように、本実施形態において、制御部1 9 C cは、前回の合分流状態が合流状態であると判定され(ステップS 1 0 3 : N o)、第1油圧ポンプ3 1と第2油圧ポンプ3 2とが合流状態において、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が駆動状態であると決定部1 9 C bにより判定されたときにも(ステップS 1 0 5 : Y e s)、第1油圧ポンプ3 1と第2油圧ポンプ3 2との合流状態が維持されるように(ステップS 1 0 6)、第1合分流弁6 7を接続状態とする。

[0128] すなわち、本実施形態においては、一旦合流状態となった場合には、分流状態の条件の成立の判定における分流状態の条件が成立しても、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が駆動状態であれば、決定部1 9 C bは合流状態の判定を維持し、制御部1 9 C cは、第1合分流弁6 7を制御する。

[0129] 図8は、本実施形態に係る油圧ポンプ30及び油圧シリンダ20の流量、油圧ポンプ30のポンプ圧、及び操作装置5の操作量を示すレバーストロークが時間によって変化する一例を示す図である。図8に示すように、期間T_aは、ブーム用レバー及びアーム用レバーの両方が操作されていない期間である。期間T_aにおいては合流状態が設定される。期間T_{b1}, T_{b3}は、アーム用レバーが操作され、ブーム用レバーが操作されていない期間である。期間T_{b1}, T_{b3}において、合流状態が維持される。すなわち、制御部19Ccは、合流状態の期間T_aにおいて、アーム用レバー及びブーム用レバーの少なくとも一方が操作状態になり、第1アクチュエータ群及び第2アクチュエータ群のいずれか一方が駆動状態になっても、期間T_{b1}において合流状態が維持されるように、第1合分流弁67を制御する。したがって、第2油圧ポンプ32から吐出された作動油は、アンロードされずに、アームシリンダ22に供給され、アームシリンダ22の駆動に寄与する。なお、期間T_{b1}, T_{b3}においては、アームシリンダ22に供給される作動油の流量Q_aは、流量Q_{pf}と流量Q_{ps}との和に相当する。

[0130] 期間T_{b2}, T_{b4}においては、アーム用レバー及びブーム用レバーの両方が操作されているため、分流状態であってもアンロードされる作動油は発生しない。

[0131] ところで、図8に示した期間T_{b3}は合流状態なので、期間T_{b2}の分流状態から期間T_{b3}の合流状態に遷移したとき、第2油圧ポンプ32のポンプ圧P_{ps}は、ポンプ圧P_{pf}と一致するために急激に上昇する。その後、期間T_{b3}の合流状態から期間T_{b4}の分流状態に遷移したとき、ポンプ圧P_{ps}は直ぐには低下しない。すなわち、分流状態から合流状態に遷移し、再び分流状態に遷移することに起因する圧力損失が発生する。すなわち、アーム用レバー及びブーム用レバーのいずれか一方が非操作状態のときに合流状態とし、アーム用レバー及びブーム用レバーの両方が操作状態のときに分流状態とする制御が厳密に実施されると、非常に短時間に頻繁に合流状態と分流状態とが切り替わり、圧力損失が発生する。

[0132] そこで、分流状態において、アーム用レバー及びブーム用レバーの両方が操作されている状態から、アーム用レバー及びブーム用レバーのいずれか一方が非操作になる状態に遷移しても、制御部 19Cc は、分流状態を維持する。すなわち、制御部 19Cc は、分流状態の期間 Tb において、アーム用レバー及びブーム用レバーのいずれか一方が非操作状態になり、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が非駆動状態になっても、期間 Tb3 において分流状態が維持されるように、第 1 合分流弁 67 を制御する。

[0133] 図 9 は、本実施形態に係る油圧ポンプ 30 及び油圧シリンダ 20 の流量、油圧ポンプ 20 のポンプ圧、及び操作装置 5 の操作量を示すレバーストロークが時間によって変化する一例を示す図である。図 9 に示すように、期間 Tb2 は分流状態である。期間 Tb2 においては、アーム用レバー及びブーム用レバーの両方が操作されている。その状態から、ブーム用レバーが非操作状態になっても、期間 Tb3 においては、分流状態が維持される。期間 Tb3 においては、アンロードされる作動油が発生するものの、ポンプ圧 Pps の急激な変動が抑制される。そのため、圧損の発生が抑制される。

[0134] すなわち、図 9 に示す例においては、分流状態において、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が非駆動状態になっても、分流状態が維持され、第 1 油圧ポンプ 31 及び第 2 油圧ポンプ 32 のいずれか一方の油圧ポンプ 30 から吐出された作動油が駆動状態のアクチュエータ群（図 9 に示す例では第 1 アクチュエータ群）に供給される。

[0135] 以上説明したように、本実施形態によれば、第 1 油圧ポンプ 31 と第 2 油圧ポンプ 32 とを接続する合流流路 55 が第 1 合分流弁 67 により分流状態と合流状態とに切り替えられる。制御部 19Cc は、合流状態において、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が駆動状態になり、分流状態の条件の成立の判定において分流状態の条件が成立しても、合流状態が維持されるように、第 1 合分流弁 67 を制御

する。したがって、アンロード弁 90 を介してアンロードされる作動油を低減することができる。そのため、油圧シヨベル 100 の燃費の低下を抑制することができる。

[0136] また、本実施形態におれば、制御部 19Cc は、分流状態において、第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が非駆動状態になっても、分流状態が維持されるように、第 1 合分流弁 19Cc を制御する。したがって、アンロード弁 90 を介してアンロードされる作動油を低減できるとともに、圧損の発生を抑制することができる。

[0137] また、本実施形態によれば、操作装置 5 の操作に応じて、合流状態と分流状態とが切り替えられる。そのため、制御部 19Cc は、操作装置 5 の操作に応じて、合流状態において第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が操作装置 5 により操作状態になるときは合流状態を維持し、分流状態において第 1 アクチュエータ群及び第 2 アクチュエータ群のいずれか一方のアクチュエータ群が操作装置 5 により非操作状態になるときは分流状態を維持することができる。

[0138] なお、本実施形態においては、駆動装置 4（油圧回路 40）が油圧シヨベル 100 に適用されることとした。駆動装置 4 が適用される対象は、油圧シヨベルに限定されず、油圧シヨベル以外の油圧駆動の作業機械に広く適用可能である。

[0139] なお、本実施形態において、作業機械である油圧シヨベル 100 はハイブリッド方式であるが、作業機械はハイブリッド方式でなくてもよい。なお、本実施形態において、第 1 油圧ポンプ 31 及び第 2 油圧ポンプ 32 は斜板式のポンプであるが、これには限定されない。なお、本実施形態において、負荷 LA, LAa, LAB は、バケットシリンダ 21 の圧力、アームシリンダ 22 の圧力、及びブームシリンダ 23 の圧力であるとしたが、これに限定されない。例えば、圧力補償弁 71 から 76 が有する絞り弁の面積比等によって補正された、バケットシリンダ 21 の圧力、アームシリンダ 22 の圧力及びブームシリンダ 23 の圧力を負荷 LA, LAa, LAB としてもよい。

[0140] なお、本実施形態において、第1合分流弁67を動作させるか否かを決定する際に用いられる閾値 Q_s は、第1供給流量 Q_{sf} 及び第2供給流量 Q_{ss} であるとしたが、これに限定されない。例えば、第1供給流量 Q_{sf} 及び第2供給流量 Q_{ss} よりも小さい流量が閾値 Q_s であってもよい。

[0141] 以上、本実施形態を説明したが、本実施形態において説明した事項により本実施形態が限定されるものではない。本実施形態において説明した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、及びいわゆる均等の範囲のものが含まれる。本実施形態において説明した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、本実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも1つを行うことができる。

符号の説明

[0142] 1 作業機、2 上部旋回体、3 下部走行体、4 駆動装置、5 操作装置、9 制御システム、11 バケット、12 アーム、13 ブーム、14 蓄電器、17 ハイブリッドコントローラ、18 エンジンコントローラ、19 ポンプコントローラ、19C 処理部、19M 記憶部、19Ca 配分流量演算部、19Cb 決定部、19Cc 制御部、19Cd 操作状態判定部、19IO 入出力部、20 油圧シリンダ、21 バケットシリンダ、22 アームシリンダ、23 ブームシリンダ、24 走行モータ、25 電動旋回モータ、26 エンジン、28 操作量検出部、29 コモンレール制御部、30 油圧ポンプ、31 第1油圧ポンプ、32 第2油圧ポンプ、33 スロットルダイヤル、40 油圧回路、55 合流流路、60 主操作弁、61 第1主操作弁、62 第2主操作弁、63 第3主操作弁、67 第1合分流弁、68 第2合分流弁、81C, 81L, 82C, 82L, 83C, 83L, 84, 85, 86, 87, 88 圧力センサ、100 油圧シヨベル（作業機械）、LA, LAa, LAB, LABk 負荷、Q, Qa, Qb, Qbk 配分流量、 Q_s 閾値。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の作業機要素を含む作業機と、複数の前記作業機要素のそれぞれを駆動する複数のアクチュエータとを備える作業機械を制御する制御システムであって、
- 第1油圧ポンプ及び第2油圧ポンプと、
- 前記第1油圧ポンプと前記第2油圧ポンプとを接続する流路と、
- 前記流路に設けられ前記流路を開閉する開閉装置と、
- 前記開閉装置を制御して、前記流路が閉じられる分流状態と前記流路が開けられる接続状態とを切り替える制御装置と、
- 前記分流状態において前記第1油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第1アクチュエータと、
- 前記分流状態において前記第2油圧ポンプから吐出された作動油が供給される第2アクチュエータと、を備え、
- 前記制御装置は、前記接続状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが駆動状態になっても、前記接続状態が維持されるように、前記開閉装置を制御する、
- 制御システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記分流状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが非駆動状態になっても、前記分流状態が維持されるように、前記開閉装置を制御する、
- 請求項1に記載の制御システム。
- [請求項3] 前記アクチュエータを駆動するために操作される操作装置を備え、
- 前記制御装置は、前記接続状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが前記操作装置により操作状態になっても、前記接続状態が維持され、前記分流状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエ

ータのいずれか一方のアクチュエータが前記操作装置により非操作状態になっても、前記分流状態が維持されるように、前記開閉装置を制御する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の制御システム。

[請求項4] 接続状態は、前記第 1 油圧ポンプから吐出された前記作動油と前記第 2 油圧ポンプから吐出された前記作動油とが合流する合流状態を含む、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項5] 前記分流状態において、前記第 1 油圧ポンプは、前記第 1 アクチュエータが属する第 1 アクチュエータ群に前記作動油を供給し、

前記分流状態において、前記第 2 油圧ポンプは、前記第 2 アクチュエータが属する第 2 アクチュエータ群に前記作動油を供給する、

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項6] 前記作業機要素は、バケット、前記バケットに連結されるアーム、及び前記アームに連結されるブームを含み、

前記アクチュエータは、前記バケットを動作させるバケットシリンダ、前記アームを動作させるアームシリンダ、及び前記ブームを動作させるブームシリンダを含み、

前記第 1 アクチュエータ群には前記バケットシリンダ及び前記アームシリンダが属し、

前記第 2 アクチュエータ群には前記ブームシリンダが属する、
請求項 5 に記載の制御システム。

[請求項7] 前記作業機械は、前記作業機を支持する旋回体を有し、

前記旋回体は、前記第 1 アクチュエータ群及び前記第 2 アクチュエータ群には属さないアクチュエータによって駆動される、

請求項 5 又は請求項 6 に記載の制御システム。

[請求項8] 請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の制御システムを備える作業機械。

[請求項9] 複数の作業機要素を含む作業機と、複数の前記作業機要素のそれぞれを駆動する複数のアクチュエータとを備える作業機械を制御する制御方法であって、

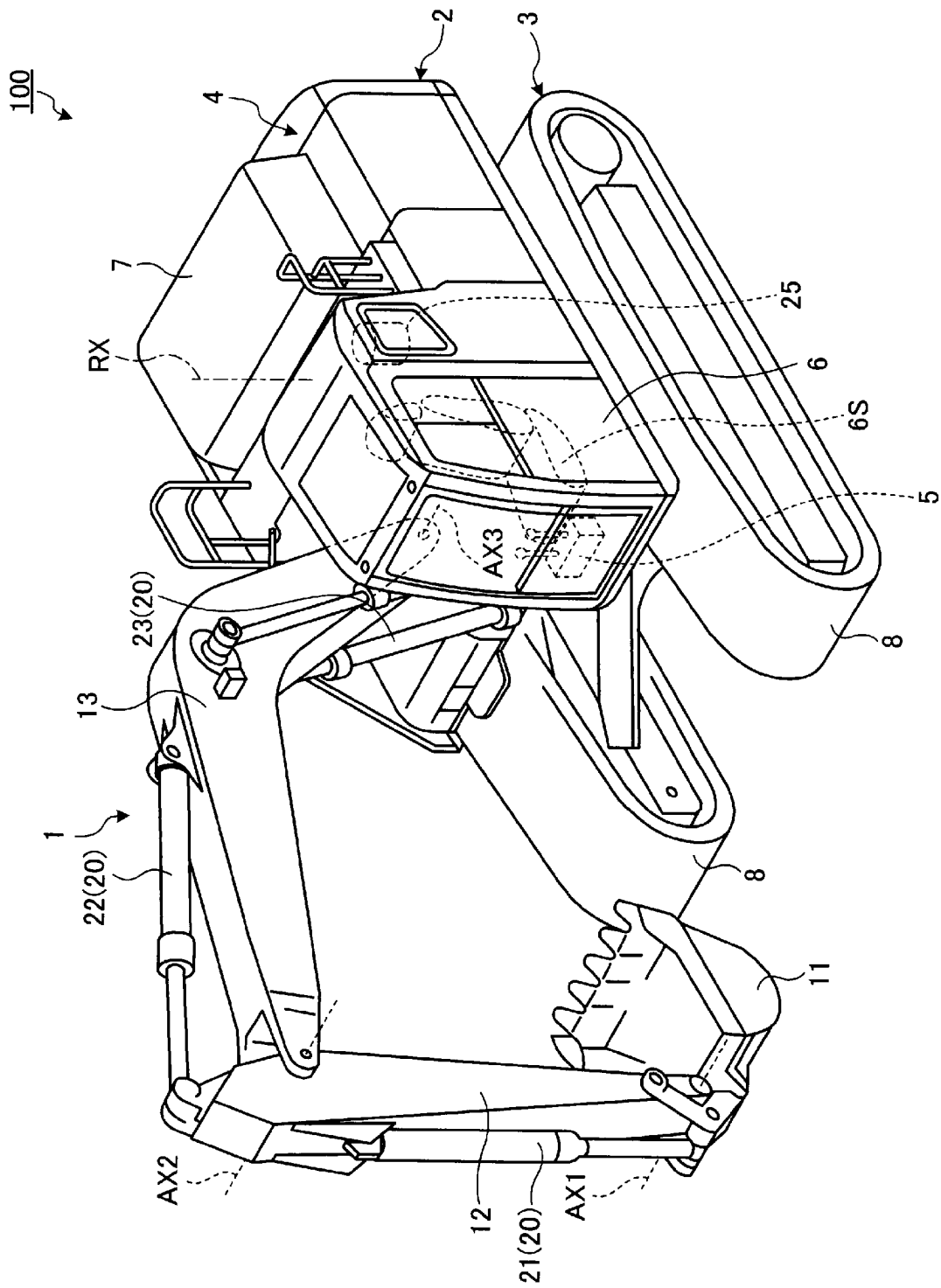
第1油圧ポンプと第2油圧ポンプとを接続する流路が閉じられる分流状態と前記流路が開けられる接続状態とを切り替えることと、

前記分流状態において、前記第1油圧ポンプから吐出された作動油を第1アクチュエータに供給し、前記第2油圧ポンプから吐出された作動油を第2アクチュエータに供給することと、

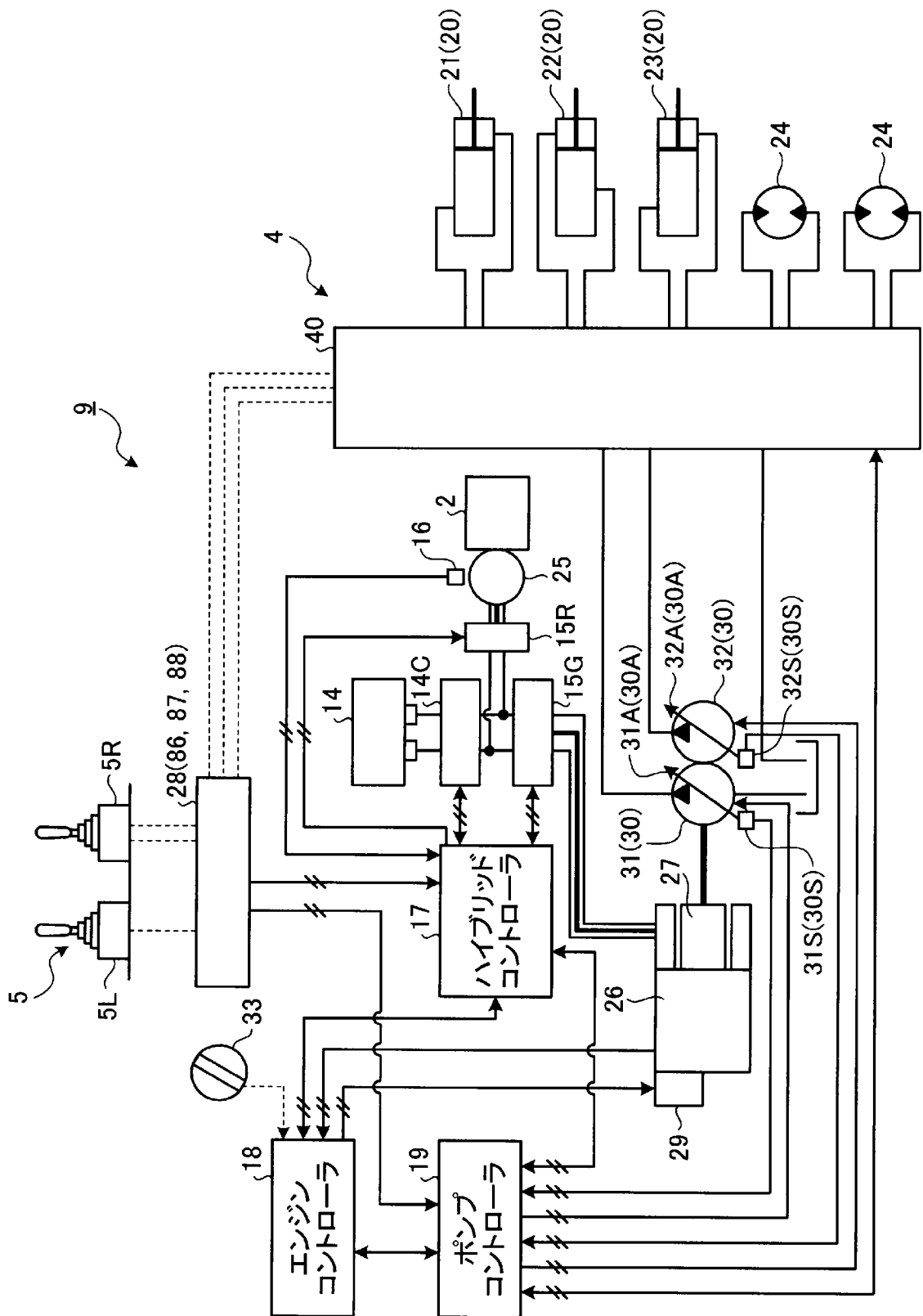
前記接続状態において、前記第1アクチュエータ及び前記第2アクチュエータのいずれか一方のアクチュエータが駆動状態になっても、前記接続状態を維持して、前記第1油圧ポンプ及び前記第2油圧ポンプから吐出された作動油を駆動状態のアクチュエータに供給することと、

を含む制御方法。

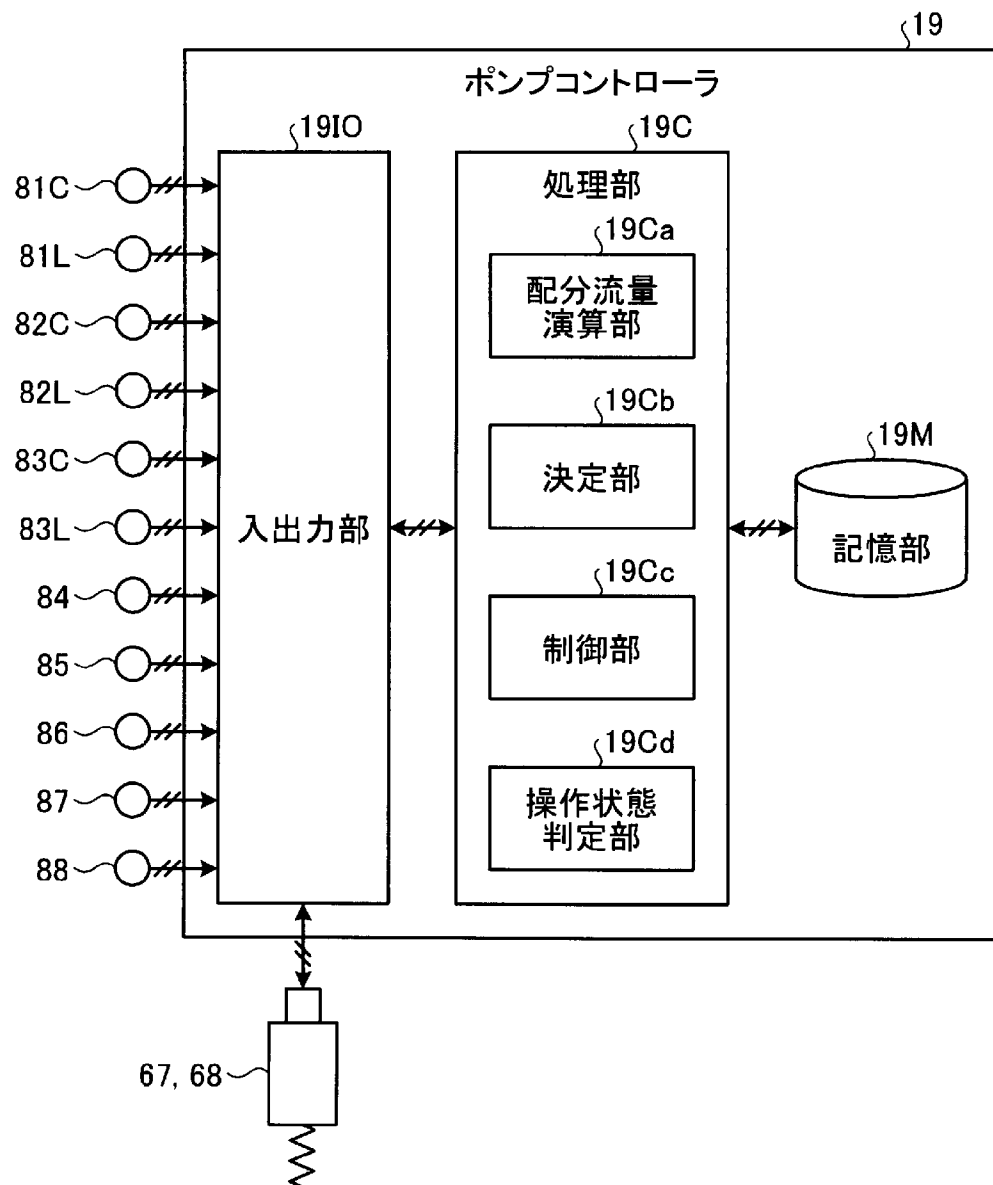
[図1]



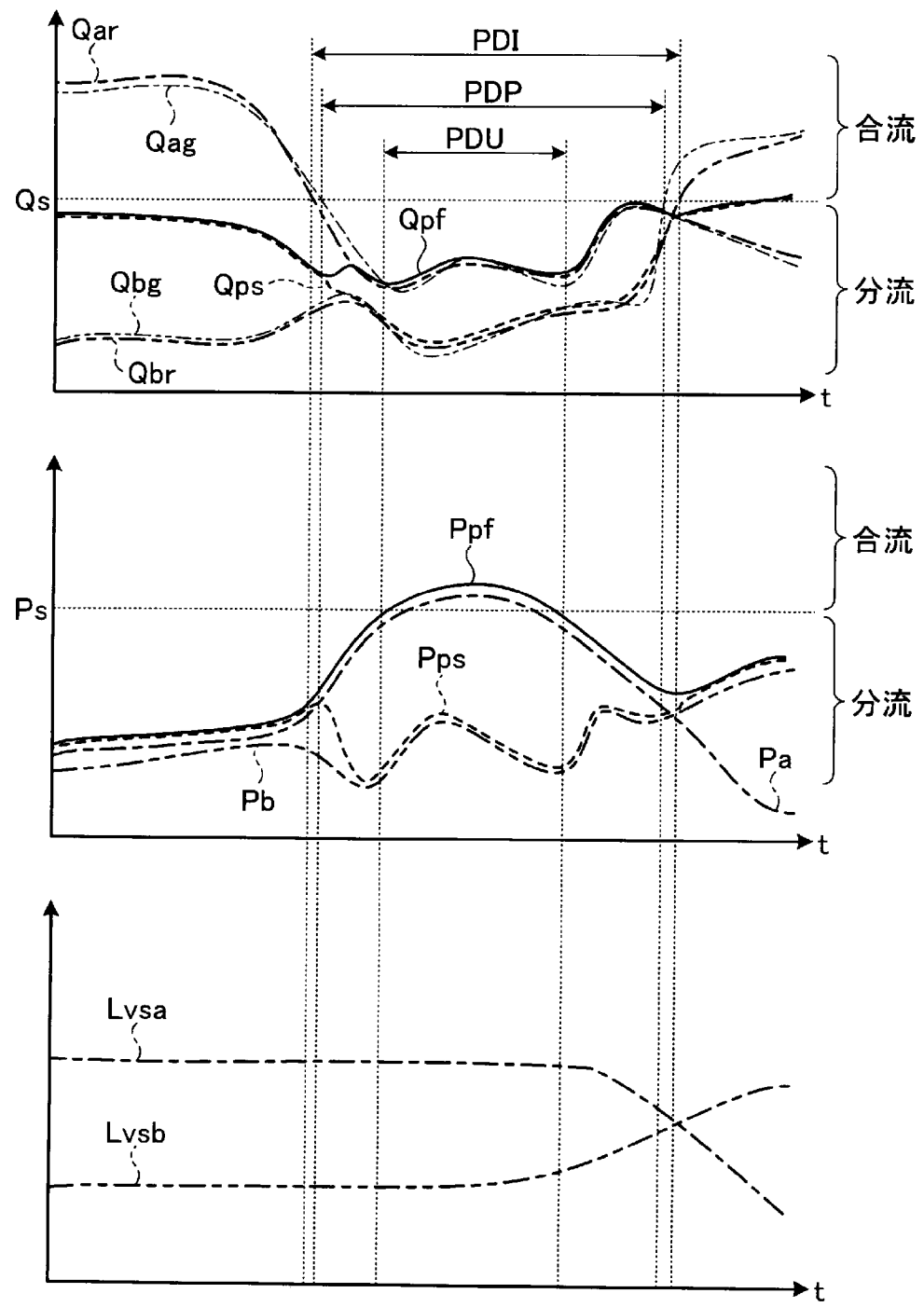
[図2]



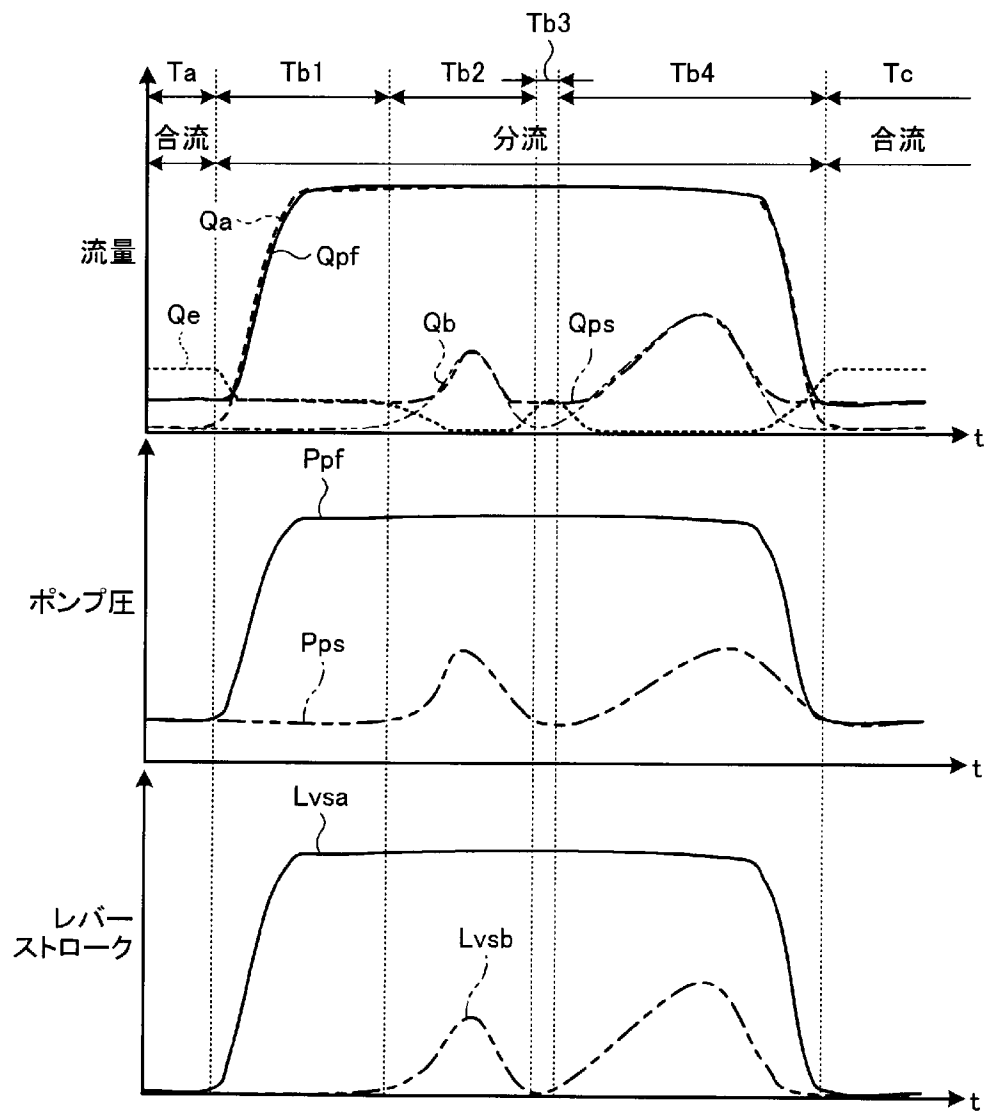
[図4]



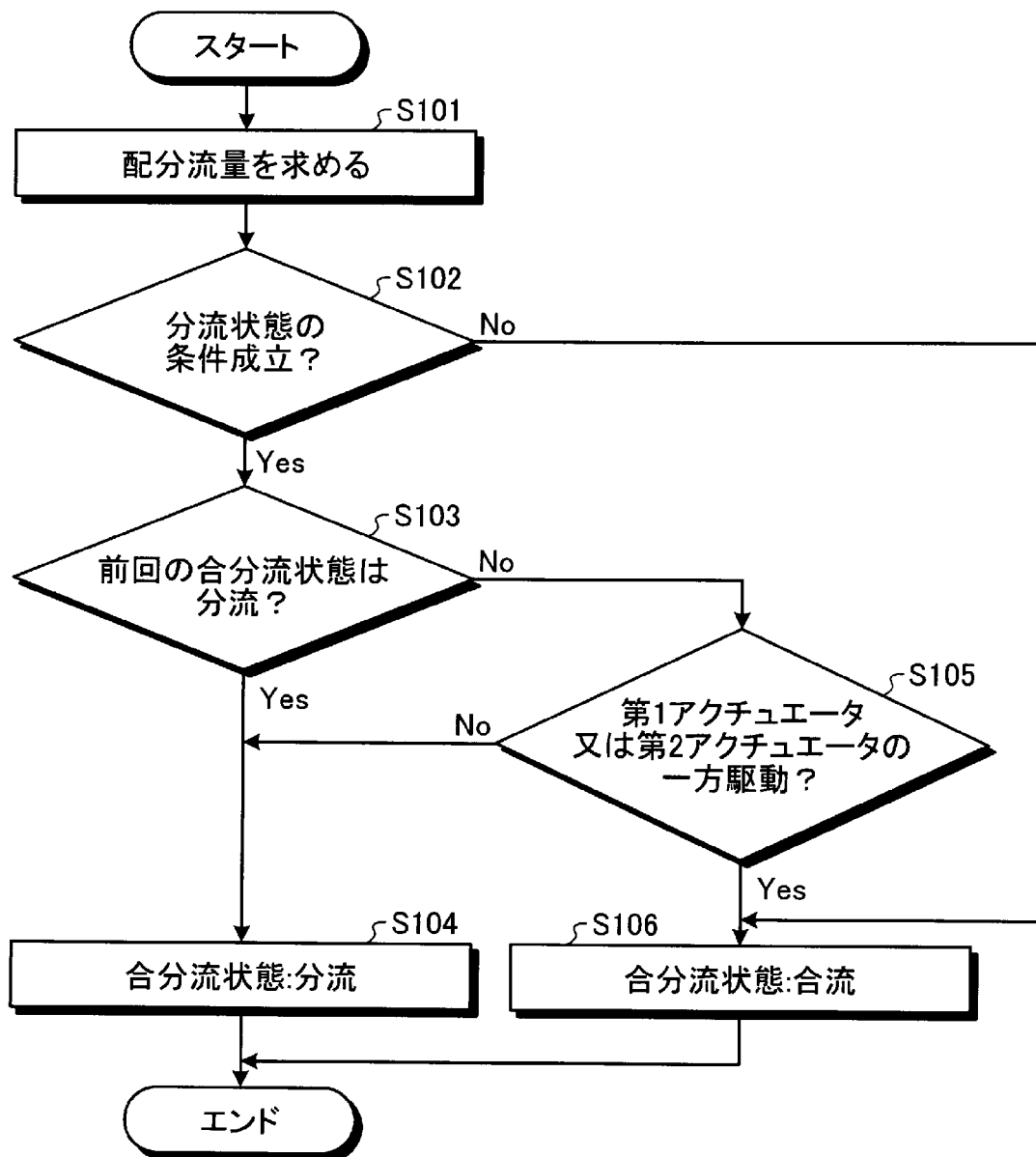
[図5]



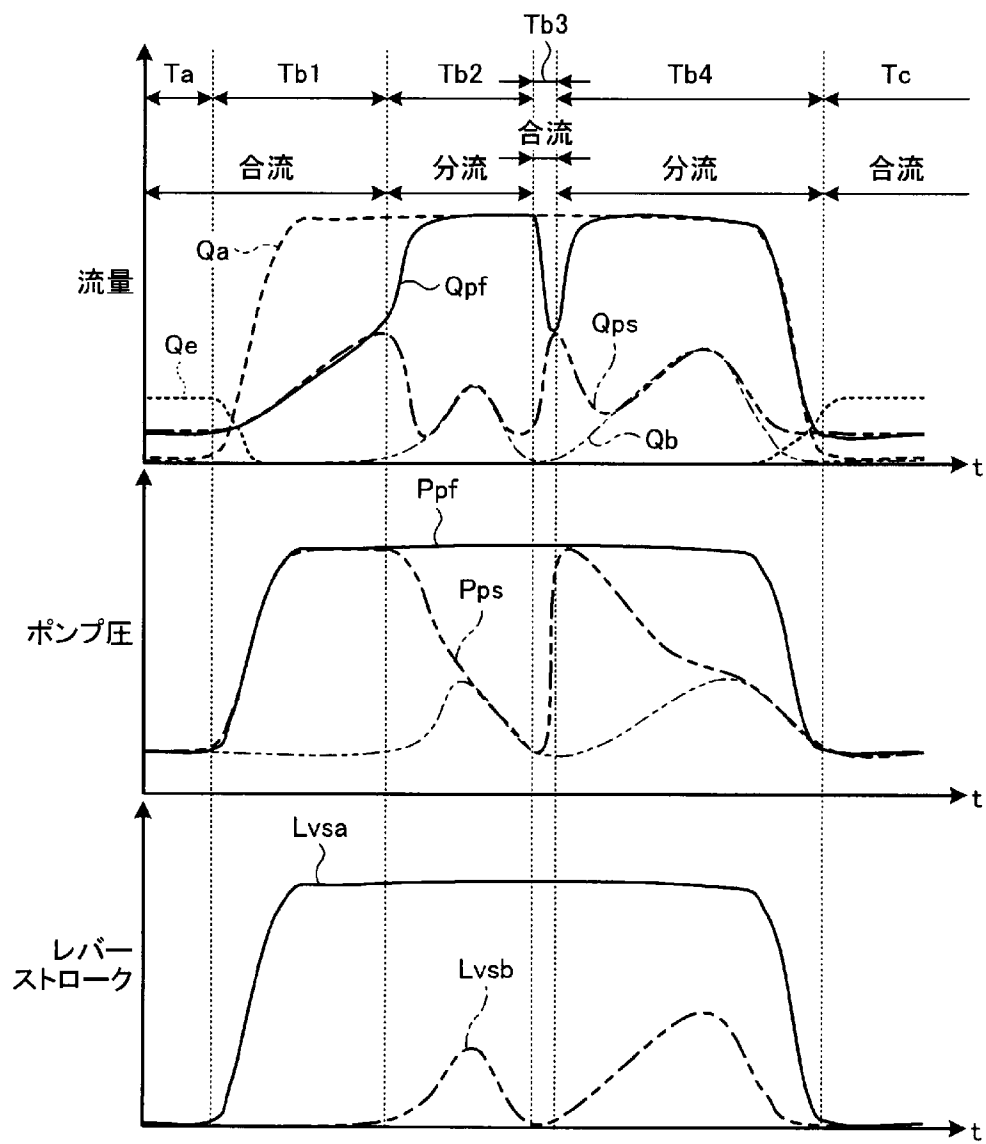
[図6]



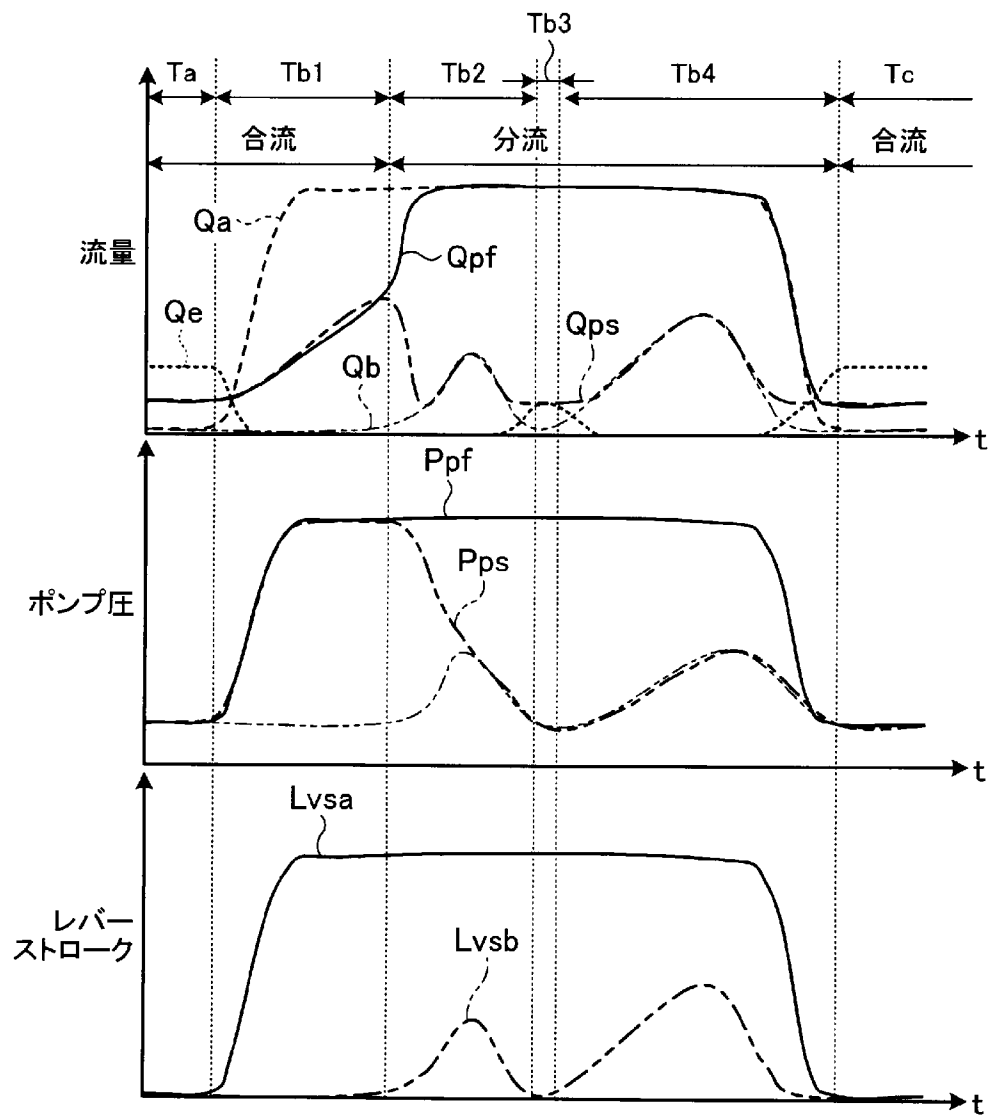
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B11/17(2006.01)i, E02F9/22(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)

F15B11/17, F15B11/16, E02F9/22

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 2004-36681 A (Komatsu Ltd.), 05 February 2004 (05.02.2004), paragraphs [0021] to [0042]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 4-5, 8-9 2-3, 6-7
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 80158/1992 (Laid-open No. 40406/1994) (Komatsu Ltd.), 31 May 1994 (31.05.1994), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1 & WO 94/010455 A1	1-9

☒ 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
08 November 2016 (08.11.16)

Date of mailing of the international search report
15 November 2016 (15.11.16)

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/JP2016/075091

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 11-158941 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 15 June 1999 (15.06.1999), paragraphs [0024] to [0060]; fig. 1, 4 (Family: none)	1-9
A	WO 2006/123704 A1 (Komatsu Ltd.), 23 November 2006 (23.11.2006), paragraphs [0038] to [0039]; fig. 5 to 7 & JP 4338758 B2 & US 7992384 B2 & GB 2441258 A & CN 101180469 A & KR 10-2008-0016589 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F15B11/17(2006.01)i, E02F9/22(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. F15B11/17, F15B11/16, E02F9/22

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2004-36681 A (株式会社小松製作所) 2004.02.05, 段落 [0021] - [0042], 図1-3 (ファミリーなし)	1, 4-5, 8-9
A		2-3, 6-7
A	日本国実用新案登録出願 4-80158 号 (日本国実用新案登録出願公開 6-40406 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社小松製作所) 1994.05.31, 段落 [0020] - [0022], 図1 & WO 94/010455 A1	1-9

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

08.11.2016

国際調査報告の発送日

15.11.2016

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)

加藤 一彦

30

4130

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
A	JP 11-158941 A (日立建機株式会社) 1999.06.15, 段落 [0 0 2 4] — [0 0 6 0], 図 1, 4 (ファミリーなし)	1 — 9
A	WO 2006/123704 A1 (株式会社小松製作所) 2006.11.23, 段落 [0 0 3 8] — [0 0 3 9], 図 5 — 7 & JP 4338758 B2 & US 7992384 B2 & GB 2441258 A & CN 101180469 A & KR 10-2008-0016589 A	1 — 9