

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6902508号
(P6902508)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月23日(2021.6.23)

(51) Int.Cl. F I
F 1 5 B 20/00 (2006.01) F 1 5 B 20/00 G

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-151069 (P2018-151069)	(73) 特許権者	000005522
(22) 出願日	平成30年8月10日 (2018.8.10)		日立建機株式会社
(65) 公開番号	特開2020-26826 (P2020-26826A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43) 公開日	令和2年2月20日 (2020.2.20)	(74) 代理人	110000442
審査請求日	令和2年12月8日 (2020.12.8)		特許業務法人 武和国際特許事務所
		(72) 発明者	瀧本 佳史
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
		(72) 発明者	滝口 和夫
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
		(72) 発明者	飯尾 知則
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械の油圧駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

油圧ポンプと、
 前記油圧ポンプからの圧油により駆動するアクチュエータと、
 前記油圧ポンプと前記アクチュエータとの間の流路を開閉する第1開閉弁と、
 前記第1開閉弁と並列に設けられ、前記油圧ポンプと前記アクチュエータとの間の流路を開閉する第2開閉弁と、
 前記第1開閉弁と前記アクチュエータとを連通させる第1位置および前記第1開閉弁と前記アクチュエータとを遮断する第2位置に切換え可能な第1方向切換弁と、
 前記第2開閉弁と前記アクチュエータとを遮断する第3位置および前記第2開閉弁と前記アクチュエータとを連通させる第4位置に切換え可能な第2方向切換弁と、
 前記第1開閉弁および前記第2開閉弁の動作状態を経時的に記録する記録装置と、
 前記記録装置に記録された前記第1開閉弁および前記第2開閉弁の動作状態に関する履歴情報に基づいて、前記第1方向切換弁および前記第2方向切換弁の切換え動作の制御を行うコントローラと、を備えた作業機械の油圧駆動装置において、
 前記コントローラは、
 前記第1開閉弁を開け、前記第2開閉弁を閉じ、前記第1方向切換弁を前記第1位置に切換え、前記第2方向切換弁を前記第3位置に切換えることで、前記油圧ポンプからの圧油を、前記第1開閉弁から前記第1方向切換弁を介して前記アクチュエータに供給し、
 前記第1開閉弁の前記履歴情報が所定の条件を満たすと判断した場合に、前記第1開閉

10

20

弁を閉じ、前記第 2 開閉弁を開け、前記第 1 方向切換弁を前記第 2 位置に切換え、前記第 2 方向切換弁を前記第 4 位置に切換えることで、前記油圧ポンプからの圧油を、前記第 2 開閉弁から前記第 2 方向切換弁を介して前記アクチュエータに供給することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁が閉じている場合に、前記第 1 開閉弁の前記履歴情報が前記所定の条件を満たすか否かを判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記記録装置は、前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の各作動回数を前記履歴情報として記録し、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の作動回数が第 1 所定値に到達した場合に、前記所定の条件を満たすと判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記第 1 所定値は、前記第 1 開閉弁の作動回数と前記第 2 開閉弁の作動回数の平均値に第 1 許容乖離量を加えた値であることを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記記録装置は、前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の各作動回数を前記履歴情報として記録し、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の作動回数が前記第 1 開閉弁の作動回数と前記第 2 開閉弁の作動回数の平均値に到達した時点から第 1 規定時間を経過した場合に、前記所定の条件を満たすと判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の変位量を検出する複数の変位センサと、前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の前後の圧力を検出する複数の圧力センサと、を備え、

前記記録装置は、前記複数の変位センサからの検出信号に基づき前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の変位量を前記履歴情報として記録すると共に、前記複数の圧力センサからの検出信号に基づいて前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の前後の圧力を前記履歴情報として記録し、

前記コントローラは、前記記録装置に記録された前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の前後の圧力に基づいて前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の各前後差圧を算出し、前記記録装置に記録された前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の変位量に基づいて前記第 1 開閉弁と前記第 2 開閉弁の各開口面積を算出し、算出された前記各前後差圧と前記各開口面積とに基づいて前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の各通過流量を算出し、前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁のそれぞれに対して、算出された前記前後差圧と前記通過流量との積の累積値を算出し、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の前記累積値が第 2 所定値以上となった場合に、前記所定の条件を満たすと判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記第 2 所定値は、前記第 1 開閉弁の前記累積値と前記第 2 開閉弁の前記累積値の平均値に第 2 許容乖離量を加えた値であることを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の前記累積値が前記第 1 開閉弁の前記累積値およ

10

20

30

40

50

び前記第 2 開閉弁の前記累積値の平均値に到達した時点から第 2 規定時間を経過した場合に、前記所定の条件を満たすと判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記記録装置は、前記第 1 開閉弁および前記第 2 開閉弁の切換え後の経過時間を前記履歴情報として記録し、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の前記経過時間が第 3 規定時間を経過した場合に、前記所定の条件を満たすと判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の作業機械の油圧駆動装置において、

前記所定の条件として、第 1 の条件と第 2 の条件が設定されており、

前記コントローラは、前記第 1 開閉弁の前記履歴情報が、前記第 1 の条件と前記第 2 の条件のうち選択された一方の条件を満たすか否かを判定することを特徴とする作業機械の油圧駆動装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業機械の油圧駆動装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

鉱山等で使用される油圧ショベル等の作業機械は、ある一定の稼働時間毎に油圧機器のメンテナンスを行うのが一般的である。メンテナンスの対象となる油圧機器には、例えば、フロント作業機用のアクチュエータ、走行用のアクチュエータ、油圧ポンプ、開閉弁等がある。これらの各油圧機器は使用頻度が異なるため、一定の稼働時間後に部品交換が必要な油圧機器もあれば、使用状況に応じて任意に部品交換を行う油圧機器もある。各油圧機器の使用頻度の偏りに合わせてメンテナンスを行うとメンテナンス回数が増え、作業機械の稼働率が低下するため、各油圧機器の使用頻度は平均化されることが望ましい。

【0003】

各油圧機器の使用頻度を平均化する技術として、例えば特許文献 1 には「複数の油圧ポンプと複数の油圧アクチュエータと、1つの油圧ポンプを1つの油圧アクチュエータに接続可能とする複数の切換弁とを備えた作業機械の駆動装置であって、複数の優先テーブルと、変更間隔時間記憶部からの間隔時間とを取り込み、計時して間隔時間に到達したときに、出力する優先テーブルを変更する接続順番変更部と、要求流量と要求ポンプ個数値と、接続順番変更部が出力する優先テーブルとを取り込み、要求ポンプ個数値を基に、複数の油圧ポンプの複数の油圧アクチュエータへの割当てを算出し、割当ての結果を基に、複数のレギュレータ及び複数の切換弁に対する指令信号を出力する使用ポンプ演算部とを備えた」構成が記載されている（要約参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献 1】特開 2017 - 53383 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示された従来技術では、油圧ポンプの使用頻度は平均化されるが、それ以外の油圧機器、例えば、油圧ポンプに接続されている開閉弁の使用頻度にはバラツキがある。メンテナンス回数をさらに減らすためには、油圧ポンプ以外の油圧機器についても使用頻度を平均化することが重要である。そこで、本発明はメンテナンス回数を低減できる作業機械の油圧駆動装置を提供することを課題とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の一態様は、油圧ポンプと、前記油圧ポンプからの圧油により駆動するアクチュエータと、前記油圧ポンプと前記アクチュエータとの間の流路を開閉する第1開閉弁と、前記第1開閉弁と並列に設けられ、前記油圧ポンプと前記アクチュエータとの間の流路を開閉する第2開閉弁と、前記第1開閉弁と前記アクチュエータとを連通させる第1位置および前記第1開閉弁と前記アクチュエータとを遮断する第2位置に切換え可能な第1方向切換弁と、前記第2開閉弁と前記アクチュエータとを遮断する第3位置および前記第2開閉弁と前記アクチュエータとを連通させる第4位置に切換え可能な第2方向切換弁と、前記第1開閉弁および前記第2開閉弁の動作状態を経時的に記録する記録装置と、前記記録装置に記録された前記第1開閉弁および前記第2開閉弁の動作状態に関する履歴情報に基づいて、前記第1方向切換弁および前記第2方向切換弁の切換え動作の制御を行うコントローラと、を備えた作業機械の油圧駆動装置において、前記コントローラは、前記第1開閉弁を開け、前記第2開閉弁を閉じ、前記第1方向切換弁を前記第1位置に切換え、前記第2方向切換弁を前記第3位置に切換えることで、前記油圧ポンプからの圧油を、前記第1開閉弁から前記第1方向切換弁を介して前記アクチュエータに供給し、前記第1開閉弁の前記履歴情報が所定の条件を満たすと判断した場合に、前記第1開閉弁を閉じ、前記第2開閉弁を開け、前記第1方向切換弁を前記第2位置に切換え、前記第2方向切換弁を前記第4位置に切換えることで、前記油圧ポンプからの圧油を、前記第2開閉弁から前記第2方向切換弁を介して前記アクチュエータに供給することを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、作業機械の油圧駆動装置のメンテナンス回数を低減できる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】油圧シヨベルの外観斜視図。

【図2】油圧シヨベルに備えられる油圧駆動装置の主要構成を示す油圧回路図。

【図3】図2において各方向切換弁が切換えられた状態を示す油圧回路図。

30

【図4】第1実施形態における方向切換弁の切換え手順を示すフローチャート。

【図5】従来技術における車体の稼働時間と開閉弁の作動回数の関係を示す図。

【図6】従来技術における開閉弁の交換時期を示す図。

【図7】第1実施形態における車体の稼働時間と開閉弁の作動回数の関係を示す図。

【図8】第1実施形態における開閉弁の交換時期を示す図。

【図9】第2実施形態におけるコントローラの制御処理のブロック線図。

【図10】第2実施形態における方向切換弁の切換え手順を示すフローチャート。

【図11】従来技術における車体の稼働時間と開閉弁のQ/Pの累積値の関係を示す図。

【図12】従来技術における開閉弁の交換時期を示す図。

【図13】第2実施形態における車体の稼働時間と開閉弁のQ/Pの累積値の関係を示す図。

40

【図14】第2実施形態における開閉弁の交換時期を示す図。

【図15】第3実施形態における方向切換弁の切換え手順を示すフローチャート。

【図16】第3実施形態における車体の稼働時間と開閉弁の作動回数の関係を示す図。

【図17】第3実施形態における開閉弁の交換時期を示す図。

【図18】第4実施形態における方向切換弁の切換え手順を示すフローチャート。

【図19】本発明を開回路で構成した場合の油圧回路図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の各実施形態について図面を参照して説明する。なお、各図において同一

50

要素については同一の符号を記し、重複する説明は省略する。

【0010】

「第1実施形態」

以下、本発明の第1実施形態に係る油圧駆動装置を作業機械の代表例である油圧ショベルに適用した例について説明する。

【0011】

(油圧ショベルの外観)

図1は第1実施形態に係る油圧駆動装置が適用される油圧ショベル1の外観斜視図である。図1に示す油圧ショベル1は、下部走行体101と、上部旋回体102とを備えている。下部走行体101は、左右一对の履帯と、左右一对の履帯に走行動力を与えるアクチュエータとしての走行モータ10a、10bとを備えている。上部旋回体102は、下部走行体101との間に介在するベアリング機構(図示せず)と、アクチュエータとしての旋回モータ(図示せず)とにより下部走行体101に対して旋回可能とされている。上部旋回体102は、メインフレーム105の前部に作業装置103、後部にカウンタウエイト108、左前部に運転室104が搭載されている。カウンタウエイト108の前側には、原動機であるエンジン106と、エンジン106からの駆動出力により駆動する駆動システム(図示せず)とが収容されている。

10

【0012】

作業装置103は、掘削などの作業を行うためのフロント作業機であって、ブーム111と、ブーム111を駆動させるアクチュエータとしてのブームシリンダ7aと、アーム112と、アーム112を駆動させるアクチュエータとしてのアームシリンダ7bと、バケット113と、バケット113を駆動させるアクチュエータとしてのバケットシリンダ7cとを備えている。

20

【0013】

(油圧駆動装置の構成)

図2は油圧ショベル1に備えられる本発明の第1実施形態に係る油圧駆動装置の主要構成を示す油圧回路図である。なお、図2においてエンジン等の構成は省略している。図2に示すように、油圧ショベル1を駆動するための油圧駆動回路は、閉回路ポンプ(以下、ポンプと略記)1a、1bと、アクチュエータ5a、5bと、ポンプ1a、1bとアクチュエータ5a、5bとの間に設けられた開閉弁25a、25b、25c、25dと、アクチュエータ5a、5bと開閉弁25a、25b、25c、25dとの間に設けられた方向切換弁30a、30b、30c、30dとが閉回路接続されて構成されている。

30

【0014】

ここで、ポンプ1a、1bは本発明の「油圧ポンプ」に相当し、アクチュエータ5a、5bは本発明の「アクチュエータ」に相当し、開閉弁25a、25cは本発明の「第1開閉弁」に相当し、開閉弁25b、25dは本発明の「第2開閉弁」に相当し、方向切換弁30a、30cは本発明の「第1方向切換弁」に相当し、方向切換弁30b、30dは本発明の「第2方向切換弁」に相当する。

【0015】

なお、アクチュエータ5aは使用頻度が高いアクチュエータであり、例えばブームシリンダ7a、アームシリンダ7b、またはバケットシリンダ7cである。これに対して、アクチュエータ5bは使用頻度がアクチュエータ5aに比べて低いアクチュエータであり、例えば走行モータ10a、10bである。

40

【0016】

開閉弁25a~25dの一端には、それぞれバネ25a2、25b2、25c2、25d2が取り付けられており、他端には、それぞれソレノイド25a1、25b1、25c1、25d1が取り付けられている。開閉弁25a~25dは、バネ25a2~25d2の付勢力により常時、閉位置に保持されており、ポンプ1a、1bとアクチュエータ5a、5bとの間の油路を遮断している。そして、コントローラ20からの電気信号によりソレノイド25a1~25d1が励磁されると、開閉弁25a~25dが開位置に切り替わり

50

、ポンプ1 a、1 bとアクチュエータ5 a、5 bとの間の油路が連通する。

【0017】

方向切換弁30 a、30 cの一端には、それぞれバネ30 a 2、30 c 2が取り付けられており、他端にはそれぞれソレノイド30 a 1、30 c 1が取り付けられている。方向切換弁30 a、30 cは、バネ30 a 2、30 c 2の付勢力により常時、位置Aに保持されており、開閉弁25 aとアクチュエータ5 aとの間の油路、開閉弁25 cとアクチュエータ5 aとの間の油路がそれぞれ連通している。その際、開閉弁25 aとアクチュエータ5 bとの間の油路、開閉弁25 cとアクチュエータ5 bとの間の油路は遮断されている。そして、コントローラ20からの電気信号によりソレノイド30 a 1、30 c 1が励磁されると、方向切換弁30 a、30 cが位置A（第1位置）から位置B（第2位置）に切り替わり、図3のように開閉弁25 aとアクチュエータ5 bとの間の油路、開閉弁25 cとアクチュエータ5 bとの間の油路がそれぞれ連通し、開閉弁25 aとアクチュエータ5 aとの間の油路、開閉弁25 cとアクチュエータ5 aとの間の油路が遮断される。このように、方向切換弁30 a、30 cが位置Aから位置Bに切り替わると、ポンプ1 a、1 bからの圧油の供給先がアクチュエータ5 aからアクチュエータ5 bに選択的に切り替わる。

10

【0018】

なお、方向切換弁30 b、30 dは、方向切換弁30 a、30 cと構造は同じであるが、位置C（第3位置）から位置D（第4位置）に切り替わると、ポンプ1 a、1 bからの圧油の供給先がアクチュエータ5 bからアクチュエータ5 aに選択的に切り替わる点異なる。

20

【0019】

なお、アクチュエータ5 a、5 bとして油圧シリンダを用いる場合には、ロッド側とボトム側で供給できる圧油の体積が異なるので、その体積差（ロッド侵入分の体積差）を補うために、アクチュエータ5 a、5 bのボトム側に供給・排出路50を設け、回路内の作動油の過不足分をこの供給・排出路50から授受できるような回路構成となっている。

【0020】

変位センサ16 a、16 b、16 c、16 dはそれぞれ開閉弁25 a～25 dに設けられており、電気配線を介して記録装置10に接続されている。変位センサ16 a～16 dは開閉弁25 a～25 dの開閉動作を検出するためのものであるが、変位センサ16 a～16 dの代わりに、他の種類の弁開閉検出手段などでもよい。変位センサ16 a～16 dにより検出した開閉弁25 a～25 dの各変位量は、記録装置10に記録される。コントローラ20は、記録された各変位量に基づいて開閉弁25 a～25 dの作動回数等を演算し、方向切換弁30 a～30 dに対し指令を与えることができる。なお、記録装置10は、例えば、HDD等の大記憶容量のメモリとして構成される。

30

【0021】

圧力センサ15 a、15 b、15 c、15 d、15 e、15 f、15 g、15 h、15 i、15 j、15 k、15 lは開閉弁25 a～25 dの前後の圧力を検出するために設けられており、電気配線を介して記録装置10に接続されている。圧力センサ15 a～15 lにより検出した各圧力データは、記録装置10に記録される。コントローラ20は、記録された各圧力データと通過流量とに基づいて、詳しくは後述する開閉弁25 a～25 dに対する通過流量と前後差圧の積を演算し、方向切換弁30 a～30 dに対し指令を与えることができる。

40

【0022】

2 a、2 bは操作レバー装置で、電気配線を介してコントローラ20に接続されている。操作レバー装置2 a、2 bは、アクチュエータ5 a、5 bを伸長、縮小するための操作レバー2 a 1、2 b 1を含んで構成され、例えば、油圧ショベルのオペレータによって操作される。

【0023】

操作レバー装置2 a、2 bは、操作レバー2 a 1、2 b 1の傾倒量、すなわち、レバー操作量を電氣的に検知する検出装置（図示せず）を備えている。検出装置が検出したレバ

50

ー操作量は、レバー操作量信号としてコントローラ 20 へ出力される。コントローラ 20 は入力されたレバー操作量信号に基づいて、開閉弁 25 a ~ 25 d を開閉する。なお、コントローラ 20 は、例えばマイクロコンピュータにより構成され、CPU、ROM、RAM、通信 I/F 等を備えている。

【0024】

(油圧駆動装置の動作)

次に、油圧駆動装置の動作について説明する。なお、以下の説明は、ポンプ 1 a、1 b からの圧油を合流させてアクチュエータ 5 a、5 b に送り、アクチュエータ 5 a、5 b をそれぞれ操作する場合を想定している。

【0025】

オペレータにより操作レバー 2 a 1 が傾倒されると、操作レバー装置 2 a からレバー操作量に応じた信号がコントローラ 20 へ出力される。その出力信号を受け、コントローラ 20 は、開閉弁 25 a、25 c のソレノイド 25 a 1、25 c 1 に電流指令を与え、ソレノイド 25 a 1、25 c 1 の推力がバネ 25 a 2、25 c 2 の力を上回ることによって開閉弁 25 a、25 c が開弁する。開閉弁 25 a、25 c が開弁すると、ポンプ 1 a、1 b からの圧油は、方向切換弁 30 a、30 c を介し、アクチュエータ 5 a に送られ、アクチュエータ 5 a を操作することができる。

【0026】

一方、オペレータにより操作レバー 2 b 1 が傾倒されると、操作レバー装置 2 b からレバー操作量に応じた信号がコントローラ 20 へ出力される。その出力信号を受け、コントローラ 20 は、開閉弁 25 b、25 d のソレノイド 25 b 1、25 d 1 に電流指令を与え、ソレノイド 25 b 1、25 d 1 の推力がバネ 25 b 2、25 d 2 の力を上回ることによって開閉弁 25 b、25 d が開弁する。開閉弁 25 b、25 d が開弁すると、ポンプ 1 a、1 b からの圧油は、方向切換弁 30 b、30 d を介し、アクチュエータ 5 b に送られ、アクチュエータ 5 b を操作することができる。

【0027】

この時、開閉弁 25 a ~ 25 d に設けられている変位センサ 16 a ~ 16 d は、開閉弁 25 a ~ 25 d の変位量を検出し、変位量の検出信号を記録装置 10 に送る。記録装置 10 では、変位量の検出信号を時刻歴波形として記録し、その波形から開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数(開閉した回数)をカウントし、記録する。

【0028】

(コントローラによる制御処理)

記録装置 10 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の各作動回数の履歴をコントローラ 20 に出力し、コントローラ 20 は各作動回数の履歴を受け、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数の平均値と、詳しくは後述する所定値 S 1 (所定値 S 1 = 開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数の平均値 + 第 1 許容乖離量) とを計算する。コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の何れかの作動回数が所定値 S 1 を超えると、作動回数が所定値 S 1 を超えた開閉弁に接続された方向切換弁と、最も作動回数の少ない開閉弁に接続された方向切換弁に対し切換え指令を出す。

【0029】

この時のコントローラ 20 における処理を、図 4 を用いて説明する。図 4 は第 1 実施形態において方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換え手順を示すフローチャートである。まず、コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d が閉弁しているかどうかをステップ 40 a にて判定する。具体的には、コントローラ 20 は、変位センサ 16 a ~ 16 d からの変位量に基づいて、開閉弁 25 a ~ 25 d が閉弁しているかを判定する。閉弁していない場合(ステップ 40 a / No)、方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換えは行わないので、その回の処理は終了する。閉弁している場合、すなわち変位量がゼロの場合(ステップ 40 a / Yes)、ステップ 40 b に進んで、コントローラ 20 は、記録装置 10 から開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数 N 1、N 2、N 3、N 4 を取得し、その後、ステップ 40 c において各作動回数が閾値である所定値 S 1 に到達しているか否かの閾値判定を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

ここで、仮に開閉弁 2 5 a、2 5 c の作動回数 N_1 、 N_3 が所定値 S_1 に到達したとする。その際は、ステップ 4 0 d に進んで、コントローラ 2 0 は開閉弁 2 5 a、2 5 c に接続された方向切換弁 3 0 a、3 0 c に指令を与え、方向切換弁 3 0 a、3 0 c を位置 A から位置 B に切換える。すなわち、開閉弁 2 5 a、2 5 c とアクチュエータ 5 b が方向切換弁 3 0 a、3 0 c を介して連通する。また、同時に最も作動回数の少ない開閉弁を開閉弁 2 5 b、2 5 d とすると、開閉弁 2 5 b、2 5 d とアクチュエータ 5 a とを連通させるため、コントローラ 2 0 から方向切換弁 3 0 b、3 0 d に指令を与え、方向切換弁 3 0 b、3 0 d を位置 C から位置 D に切換える。方向切換弁 3 0 a ~ 3 0 d が切換えられた状態が図 3 である。こうして、作動回数の少ない開閉弁 2 5 b、2 5 d の使用が可能となる。上記のような切換えが生じた場合、操作レバー 2 a 1 からの信号に応じて、開閉弁 2 5 b、2 5 d を開弁するように、操作レバー 2 a 1 と開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d との対応関係をコントローラ 2 0 にて電氣的に切換える。なお、本フローチャートの処理は、作業機械の稼動中に、例えば 0.1 秒間隔で繰り返し実行される。

10

【 0 0 3 1 】

次に、車体の稼動時間と開閉弁の作動回数との関係について、従来技術と本実施形態とで比較して説明する。図 5 は従来技術における車体の稼動時間と開閉弁の作動回数の関係を示す図である。従来技術では、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の使用頻度を平均化しよう制御していないため、例えばアクチュエータ 5 a と 5 b の稼動回数比を $n : 1$ とすると、アクチュエータ 5 a に接続された開閉弁 2 5 a、2 5 c の方が、アクチュエータ 5 b に接続されている開閉弁 2 5 b、2 5 d に対して、作動回数が n 倍 ($n / 1 = n$ 倍) 多くなる。そのため、開閉弁 2 5 a、2 5 c と開閉弁 2 5 b、2 5 d とでは交換時期が異なる。この様子を示したものが図 6 である。図 6 は従来技術における開閉弁の交換時期を示しており、図 6 に示すように、開閉弁 2 5 a、2 5 c と開閉弁 2 5 b、2 5 d とでは寿命を迎えるタイミングが一致しない。そのため、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d を同じタイミングで交換することはできない。

20

【 0 0 3 2 】

図 7 は第 1 実施形態における車体の稼動時間と開閉弁の作動回数の関係を示したものである。第 1 実施形態では、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の作動回数が所定値 S_1 に到達すると、方向切換弁 3 0 a ~ 3 0 d を切換える構成であるため、図 7 に示すように、第 1 許容乖離量を S_1 に設定すると、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の各作動回数を、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の作動回数の平均値 \pm の範囲に平均化することができる。すなわち、所定値 $S_1 =$ 開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の作動回数の平均値 \pm 回となる。

30

【 0 0 3 3 】

そのため、開閉弁 2 5 a、2 5 c と開閉弁 2 5 b、2 5 d とでは交換時期が概ね一致する。この様子を示したものが図 8 である。図 8 は第 1 実施形態における開閉弁の交換時期を示しており、図 8 に示すように、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の各作動回数が平均化されるため、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d と同一のタイミング (同一とみなせるタイミング) で寿命を迎えることとなる。別言すれば、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の作動時の摩耗量が平均化されるため、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の余寿命のバラツキがなくなる。その結果、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d を全て同一のタイミングで交換でき、メンテナンス回数とメンテナンスコストを低減できる。

40

【 0 0 3 4 】

ここで、開閉弁 2 5 a ~ 2 5 d の作動回数の平均値、方向切換弁 3 0 a ~ 3 0 d の切換え回数をそれぞれ m 、 n とすると、 m 、 n は下記の式 (1) の関係にある。

$$m = (2n - 1) / (n + 1) \quad (\text{ただし、} n \text{ は } 1 \text{ 以上の整数}) \quad (1)$$

【 0 0 3 5 】

例えば、アクチュエータの稼動回数比 $n = 100$ の場合であって、第 1 許容乖離量 $S_1 = 10$ に設定し、 $m = 10000$ 回の時点での n を計算すると、その時点での方向切換弁 3 0 a ~ 3 0 d の切換え回数 n は 490 回 (小数点以下を切り捨て) となる。したがって、

50

方向切換弁 30 a ~ 30 d は開閉弁 25 a ~ 25 d に対し、約 1 / 20 の寿命として設計することで、交換のタイミングを揃えることができる。あるいは、メンテナンスの観点では、方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換え回数は開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数の平均値の約 1 / 20 であるため、開閉弁 25 a ~ 25 d に対して行われるメンテナンス 20 回の内、1 回は方向切換弁 30 a ~ 30 d もメンテナンスを行うというメンテナンススケジュールを組むことができる。

【 0 0 3 6 】

これにより、方向切換弁 30 a ~ 30 d のみをメンテナンスする必要性がなくなり、メンテナンス回数の低減が図れる。なお、開閉弁 25 a ~ 25 d と方向切換弁 30 a ~ 30 d との寿命比及びメンテナンスタイミング比は上述の式 (1) より、適当な第 1 許容乖離量 を与えることで決定することができる。

10

【 0 0 3 7 】

(変形例 1)

図 4 のステップ 40 c において、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数がそれぞれ所定値 S_1 に到達しているか否かの閾値判定を行う処理の代わりに、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数が、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数の平均値に到達した時刻から第 1 規定時間 t_1 (図 7 参照) を経過したか否か閾値判定を行う処理を適用しても、第 1 実施形態と同様の作用効果を奏し得る。ここで、第 1 規定時間 t_1 は $t_1 = 2 / (\dots - 1)$ と表現することができる。

【 0 0 3 8 】

20

この変形例におけるステップ 40 c の処理は次の通りとなる。すなわち、記録装置 10 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の何れかの作動回数が開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数の平均値に到達した時の時刻の情報を記録し、その時刻からの経過時間を逐一、コントローラ 20 に出力する。コントローラ 20 は、前述の経過時間が第 1 規定時間 t_1 に到達すると、開閉弁 25 a ~ 25 d のうち最も作動回数の多い開閉弁に接続された方向切換弁と、最も作動回数の少ない開閉弁に接続された方向切換弁に対して切換え指令を出し、これら方向切換弁を A 位置から B 位置あるいは C 位置から D 位置に切換える。

【 0 0 3 9 】

「第 2 実施形態」

第 2 実施形態の特徴は、コントローラ 20 が開閉弁 25 a ~ 25 d の通過流量と前後差圧の積の累積値に基づき、方向切換弁 30 a ~ 30 d に切換え指令を与えることにある。以下、コントローラ 20 による処理の詳細について説明する。

30

【 0 0 4 0 】

図 9 は第 2 実施形態においてコントローラ 20 が行う制御処理のブロック線図 41 f である。図 9 に示すように、コントローラ 20 は、記録装置 10 からの呼び出しにより記録装置 10 が出力した履歴を受けると (41 f - 1)、開閉弁 25 a ~ 25 d の前後差圧 P を算出し (41 f - 2)、前後差圧 P の平方根を求め (41 f - 3)。また、コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の変位量を取得して (41 f - 4)、開閉弁 25 a ~ 25 d の開口面積 (41 f - 5) を求める。

【 0 0 4 1 】

40

次いで、コントローラ 20 は、前後差圧 P の平方根 (41 f - 3) と、開閉弁 25 a ~ 25 d の開口面積 (41 f - 5) と、流量係数 (41 f - 6) とから、開閉弁 25 a ~ 25 d の通過流量 Q を求め (41 f - 7)。次いで、コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d に対して、それぞれ前後差圧 P (41 f - 2) と通過流量 Q (41 f - 7) との積である $Q \cdot P$ を求め (41 f - 8)、各 $Q \cdot P$ の値に 1 サイクル前の $Q \cdot P$ の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ (41 f - 9) を加算して (41 f - 10)、新たな開閉弁 25 a ~ 25 d の $Q \cdot P$ の累積値 $S_{qp1} \sim 4$ を求める (41 f - 11)。その後、コントローラ 20 は、累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ の平均値に所定の第 2 許容乖離量 (図 13 参照) を加え、所定値 S_2 を算出する。

【 0 0 4 2 】

50

コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の何れかの Q P の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ が所定値 S_2 を超えると、Q P の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ が所定値 S_2 を超えた開閉弁に接続された方向切換弁と、最も Q P の累積値の少ない開閉弁に接続された方向切換弁に対し切換え指令を出す。

【0043】

この時のコントローラ 20 における処理を、図 10 を用いて説明する。図 10 は第 2 実施形態においてコントローラ 20 による方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換え手順を示すフローチャートである。まず、コントローラ 20 は開閉弁 25 a ~ 25 d が閉弁しているかどうかをステップ 41 a にて判定する。閉弁していない場合、すなわち変位量がゼロでない場合（ステップ 41 a / No）、方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換えは行わないので、その回の処理は終了する。閉弁している場合、すなわち変位量がゼロの場合（ステップ 41 a / Yes）、ステップ 41 b に進んで、コントローラ 20 は開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ を取得し、ステップ 41 c にて累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ の各値が所定値 S_2 以上であるか否かの閾値判定を行う。

10

【0044】

ここで、仮に開閉弁 25 a、25 c の Q P の累積値 S_{qp1} 、 S_{qp3} が所定値 S_2 以上になったとする。その際は、ステップ 41 d に進み、コントローラ 20 は開閉弁 25 a、25 c にそれぞれ接続されている方向切換弁 30 a、30 c に指令を与え、方向切換弁 30 a、30 c を位置 A から位置 B に切換える。すなわち、開閉弁 25 a、25 c とアクチュエータ 5 b は方向切換弁 30 a、30 c を介して連通する。

20

【0045】

また、最も Q P の累積値の小さい開閉弁を 25 b、25 d とすると、開閉弁 25 b、25 d とアクチュエータ 5 a とを連通させるため、方向切換弁 30 a、30 c の切換えと同時に、コントローラ 20 から方向切換弁 30 b、30 d に指令を与え、方向切換弁 30 b、30 d を位置 C から位置 D に切換える。なお、本フローチャートの処理は、作業機械の稼動中に、例えば 0.1 秒間隔で繰り返し実行される。

【0046】

次に、車体の稼動時間と開閉弁の作動回数との関係について、従来技術と第 2 実施形態とを比較して説明する。図 11 は従来技術における車体の稼動時間と開閉弁の Q P の累積値の関係を示す図である。従来技術では、開閉弁 25 a ~ 25 d の使用頻度を平均化するように制御していないため、例えばアクチュエータ 5 a、5 b に接続される開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値比を $n : 1$ とすると、アクチュエータ 5 a に接続された開閉弁 25 a、25 c の方が、アクチュエータ 5 b に接続されている開閉弁 25 b、25 d に対して、Q P の累積値が n 倍（ $n / 1$ 倍）多くなる。そのため、開閉弁 25 a、25 c と開閉弁 25 b、25 d とでは交換時期が異なる。この様子を示したものが図 12 である。図 12 は従来技術における開閉弁の交換時期を示しており、図 12 に示すように、開閉弁 25 a、25 c と開閉弁 25 b、25 d とでは寿命を迎えるタイミングが一致しない。そのため、開閉弁 25 a ~ 25 d を同じタイミングで交換することはできない。

30

【0047】

図 13 は第 2 実施形態における車体の稼動時間と開閉弁の Q P の累積値の関係を示したものである。第 2 実施形態では、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値が所定値 S_2 に到達すると、方向切換弁 30 a ~ 30 d を切換える構成であるため、図 13 に示すように、第 2 許容乖離量を Δ に設定すると、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値が、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の平均値 $\pm \Delta$ の範囲になるように、開閉弁 25 a ~ 25 d の各作動回数が平均化される。すなわち、所定値 $S_2 =$ 開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値の平均値 $\pm \Delta$ 回となる。

40

【0048】

そのため、開閉弁 25 a、25 c と開閉弁 25 b、25 d とでは交換時期が概ね一致する。この様子を示したものが図 14 である。図 14 は第 2 実施形態における開閉弁の交換時期を示しており、図 14 に示すように、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値が平均

50

化されるため、エロージョンによる摩耗のリスクも平均化され、開閉弁 25 a ~ 25 d と同一のタイミング（同一とみなせるタイミング）で寿命を迎えることとなる。その結果、第 1 実施形態と同様に、開閉弁 25 a ~ 25 d を全て同一のタイミングで交換でき、メンテナンス回数とメンテナンスコストを低減できる。

【 0 0 4 9 】

（変形例 2）

図 10 のステップ 4 1 c において、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ がそれぞれ所定値 S_2 以上であるか否かの閾値判定を行う処理の代わりに、開閉弁 25 a ~ 25 d の Q P の累積値 $S_{qp1} \sim S_{qp4}$ が、Q P の累積値の平均値に到達した時刻から第 2 規定時間 T_2 （図 13 参照）を経過したか否かの閾値判定を行う処理を適用しても、第 2 実施形態と同様の作用効果を奏し得る。ここで、第 2 規定時間 T_2 は $T_2 = T_1 / (n - 1)$ と表現することができる。

10

【 0 0 5 0 】

この変形例 2 におけるステップ 4 1 c の処理は次の通りとなる。すなわち、記録装置 10 は、開閉弁 25 a ~ 25 d の何れかの Q P の累積値が Q P の累積値の平均値に到達した時の時刻の情報を記録し、その時刻からの経過時間を逐一、コントローラ 20 に出力する。コントローラ 20 は、前述の経過時間が第 2 規定時間 T_2 に到達すると、開閉弁 25 a ~ 25 d のうち最も Q P の累積値の大きい開閉弁に接続された方向切換弁と、最も Q P の累積値の小さい開閉弁に接続された方向切換弁に対し切換え指令を出し、これら方向切換弁を A 位置から B 位置あるいは C 位置から D 位置に切換える。

20

【 0 0 5 1 】

「第 3 実施形態」

第 3 実施形態の特徴は、コントローラ 20 が前回の方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換えが生じた時刻からの経過時間に基づき、方向切換弁 30 a ~ 30 d に切換え指令を与えることにある。以下、コントローラ 20 による処理の詳細について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 15 は第 3 実施形態においてコントローラ 20 による方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換え手順を示すフローチャートである。まず、コントローラ 20 は、開閉弁 25 a ~ 25 d が閉弁しているかどうかをステップ 4 2 a にて判定する。閉弁していない場合、すなわち、変位量がゼロでない場合（ステップ 4 2 a / No）、方向切換弁 30 a ~ 30 d の切換えは行わないので、その回の処理は終了する。閉弁している場合、すなわち変位量がゼロの場合（ステップ 4 2 a / Yes）、ステップ 4 2 b に進んで、コントローラ 20 は、切換えが生じた時刻からの経過時間 T を取得し、次いで、ステップ 4 2 c にて経過時間 T が予め定められた第 3 規定時間 S_T に達しているか否かの閾値判定を行う。この場合の第 3 規定時間 S_T については、例えば、使用される車体の動作を解析して求めた値や、実際の車体のアクチュエータ稼動時間を計測し、それを考慮した上で定めた値としてもよい。そして、経過時間 T が第 3 規定時間 S_T に達していた場合（ステップ 4 2 c / Yes）、コントローラ 20 は、ステップ 4 2 d に進んで、方向切換弁 30 a ~ 30 d を切換える。なお、本フローチャートの処理は、作業機械の稼動中に、例えば 0.1 秒間隔で繰り返し実行される。

30

40

【 0 0 5 3 】

次に、車体の稼動時間と開閉弁の作動回数との関係について、従来技術と第 3 実施形態とで比較して説明する。なお、従来技術については図 5 の通りであるため、ここでの説明は省略する。図 16 は第 3 実施形態における車体の稼動時間と開閉弁の作動回数の関係を示したものである。図 16 に示すように、第 3 実施形態では、方向切換弁 30 a ~ 30 d が第 3 規定時間 S_T 毎に切換ることで、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数が平均化される。より詳細には、第 3 規定時間 S_T の 2 倍である $2 S_T$ 時間毎に、開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数が平均値を取る。よって、グラフ全域では、平均値 $\pm (n - 1) / (2(n + 1))$ の範囲で開閉弁 25 a ~ 25 d の作動回数を平均化することができる。

【 0 0 5 4 】

50

図17は第3実施形態における開閉弁の交換時期を示す図である。図17に示すように、第3実施形態では、開閉弁25a~25dの作動回数が平均化されるため、開閉弁25a~25dと同一のタイミング(同一とみなせるタイミング)で寿命を迎えることとなる。別言すれば、開閉弁25a~25dの作動時の摩耗量が平均化されるため、開閉弁25a~25dの余寿命のパラツキがなくなる。その結果、第1、第2実施形態と同様に、開閉弁25a~25dを全て同一のタイミングで交換でき、メンテナンス回数とメンテナンスコストを低減できる。また、第3実施形態では、経過時間Tにより方向切換弁30a~30dの切換えを行う構成であるため、図2、3に示す変位センサ16a~16d、圧力センサ15a~15lを必要としない点で有利である。

【0055】

10

「第4実施形態」

第4実施形態は、第1実施形態と第2実施形態の両方を取り入れて、方向切換弁の切換え制御を行う構成とした点に特徴がある。第1実施形態による方向切換弁の切換え制御と第2実施形態による方向切換弁の切換え制御とが相反する場合が起こり得るため、制御ハンチングが起きる懸念がある。そこで、制御ハンチングを防止するために、第4実施形態では、コントローラ20が以下に述べる優先制御を行っている。

【0056】

この優先制御を実行するに際して、まず、下記の式(2)、(3)に示す作動回数及びQ Pの累積値から推定される余寿命の無次元数を考える。

作動回数に関する余寿命率S3 =

20

$$(設計寿命(回) - 作動回数(回)) / 設計寿命(回) \quad (2)$$

Q Pの累積値に関する余寿命率S4 =

$$(Q P 累積値の設計仕様値 - Q P 累積値) / Q P 累積値の設計仕様値 \quad (3)$$

【0057】

コントローラ20は、それぞれ作動回数に関する余寿命率S3、Q Pの累積値に関する余寿命率S4を定義し、それらの大小関係より、作動回数(第1の条件)とQ Pの累積値(第2の条件)のどちらの判定に基づいた指令を優先するかを判断する。コントローラ20による制御の詳細について以下説明する。

【0058】

図18は第4実施形態においてコントローラ20による方向切換弁30a~30dの切換え手順を示すフローチャートである。まず、コントローラ20は、開閉弁25a~25dが閉弁しているかどうかをステップ43aにて判定する。閉弁していない場合、すなわち変位量がゼロでない場合(ステップ43a/No)、方向切換弁30a~30dの切換えは行わないので、その回の処理は終了する。閉弁している場合、すなわち変位量がゼロの場合(ステップ43a/Yes)、コントローラ20は、ステップ43eにおいて、作動回数に関する余寿命率S3とQ Pの累積値に関する余寿命率S4を算出し、余寿命率S3と余寿命率S4の大小関係を判定する。

30

【0059】

作動回数に関する余寿命率S3の方が小さい場合(ステップ43e/Yes)、ステップ43fに進み、Q Pの累積値に関する余寿命率S4の方が小さい場合、ステップ43bに進む。これ以降の動作はそれぞれ第1実施形態及び、第2実施形態と同様であるため省略する。なお、本フローチャートの処理は、作業機械の稼動中に、例えば0.1秒間隔で繰り返し実行される。

40

【0060】

第4実施形態によれば、余寿命の少ない方の状態量履歴を考慮して開閉弁25a~25dの使用回数が平均化されるので、第1実施形態と第2実施形態との両方の制御を組み合わせる場合であっても、制御ハンチングを防止できる。

【0061】

なお、上記した各実施形態は、本発明を閉回路の油圧駆動回路に適用した例であるが、本発明は、開回路の油圧駆動回路に適用することもできる。図19は本発明を開回路に適

50

用した例である。図19に示すように、本発明を開回路に適用した場合、図2の閉回路ポンプ1a、1bを開回路ポンプ3a、3bに置き換え、作動油の供給元及び排出先としてのタンク4と、アクチュエータ5a、5bへの圧油の供給先をロッド側かボトム側に切換えるための切換え弁26a、26bとを設ける必要がある。

【0062】

また、上記した各実施形態は、図2にあるように2つのポンプ1a、1bと4つの開閉弁25a～25dと2つのアクチュエータ5a、5bとを備えた油圧回路構成としたが、本発明は、少なくとも1つのポンプと2つの開閉弁と1つのアクチュエータを備えた油圧回路構成であれば適用できる。その場合、2つの開閉弁の間で余寿命の平均化を行うこととなる。勿論、本発明は、3つ以上のポンプと5つ以上の開閉弁と3つ以上のアクチュエータとを備えた油圧回路構成にも適用できることは言うまでもない。

10

【0063】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

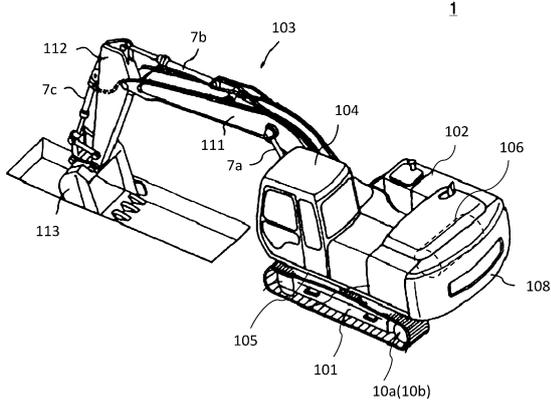
【符号の説明】

【0064】

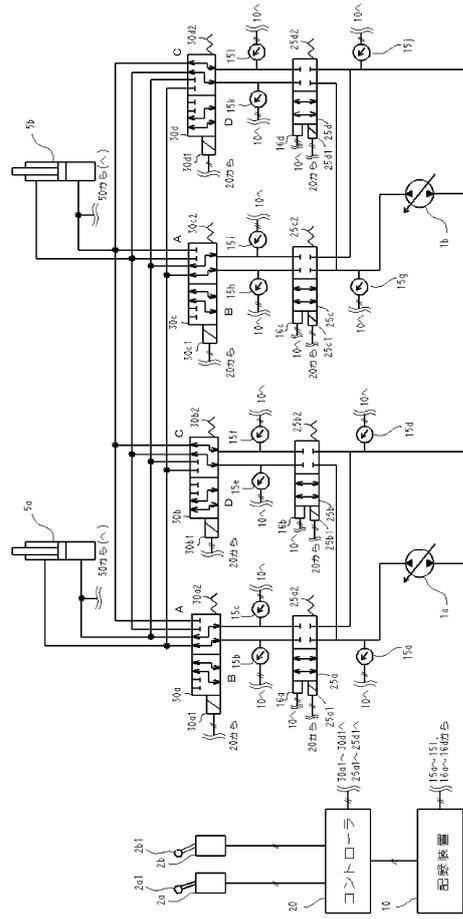
- 1 油圧シヨベル（作業機械）
- 1a、1b 閉回路ポンプ（油圧ポンプ）
- 5a、5b アクチュエータ
- 10 記録装置
- 15a～15l 圧力センサ
- 16a～16d 変位センサ
- 20 コントローラ
- 25a、25c 開閉弁（第1開閉弁）
- 25b、25d 開閉弁（第2開閉弁）
- 30a、30c 方向切換弁（第1方向切換弁）
- 30b、30d 方向切換弁（第2方向切換弁）

20

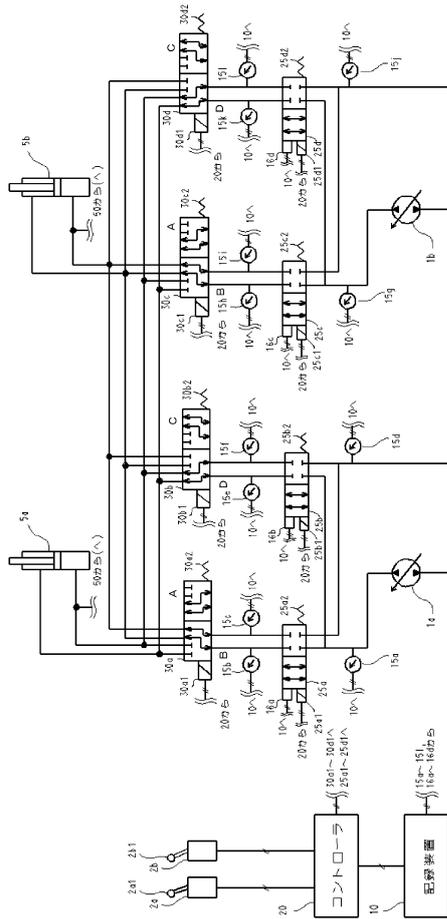
【図1】



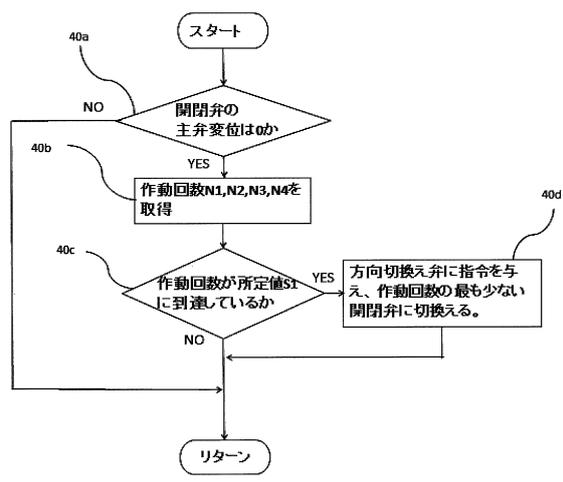
【図2】



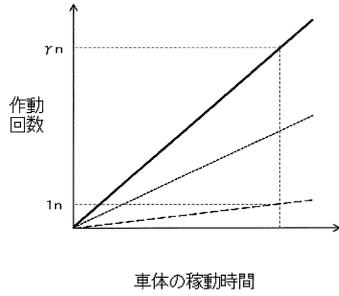
【図3】



【図4】

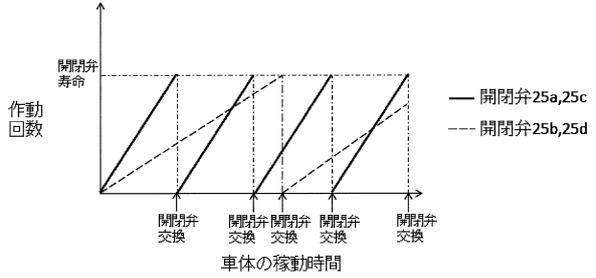


【図5】

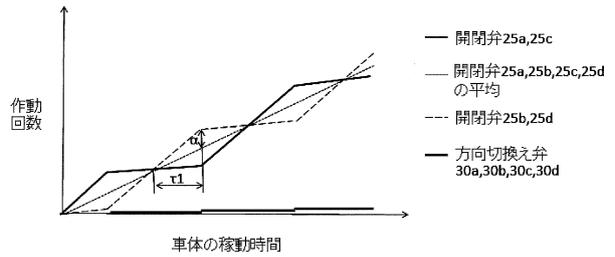


— 開閉弁25a,25c
 - - - 開閉弁25a,25b,25c,25dの平均
 ····· 開閉弁25b,25d
 n: 正の整数

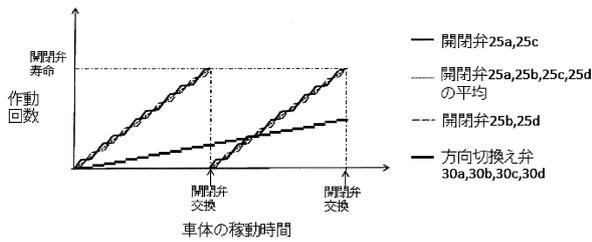
【図6】



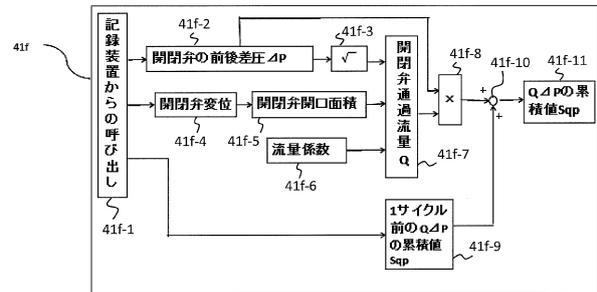
【図7】



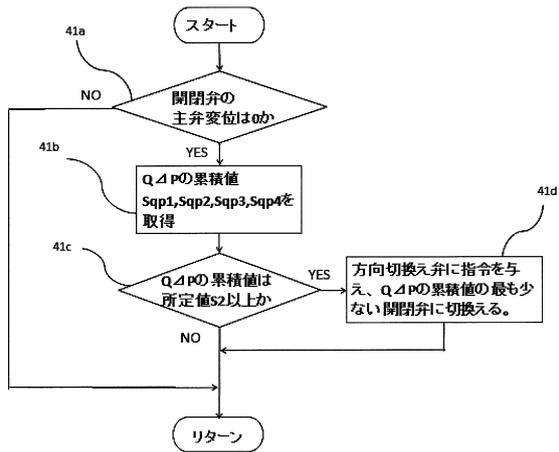
【図8】



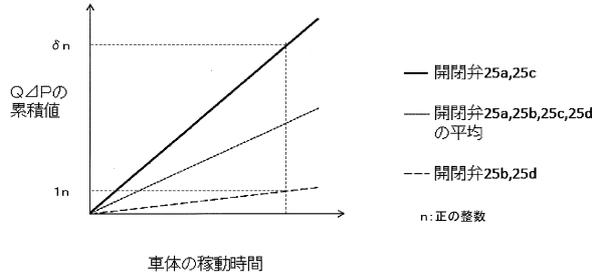
【図9】



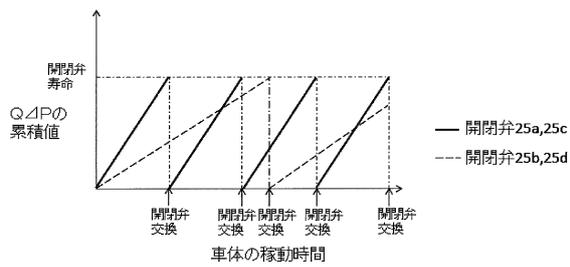
【図10】



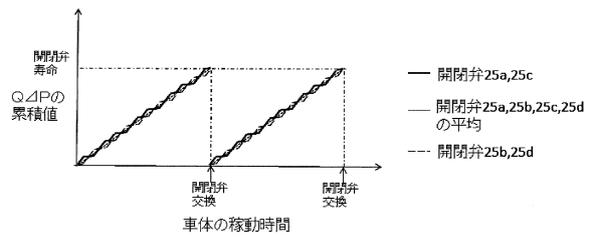
【図11】



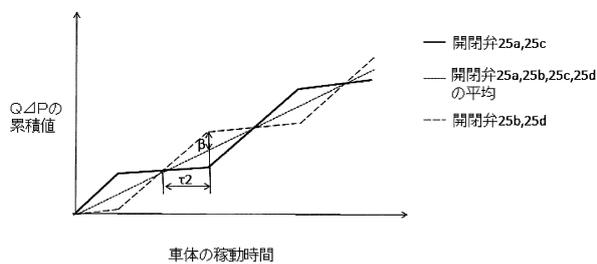
【図12】



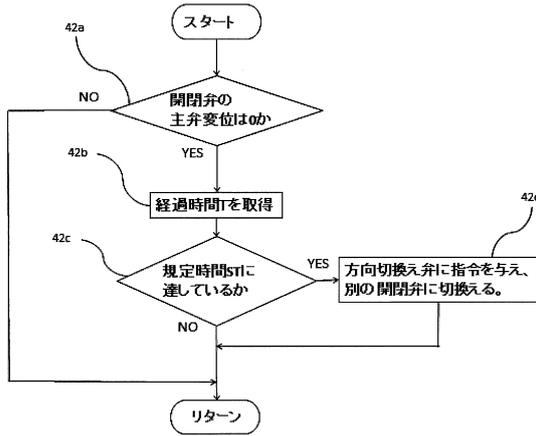
【図14】



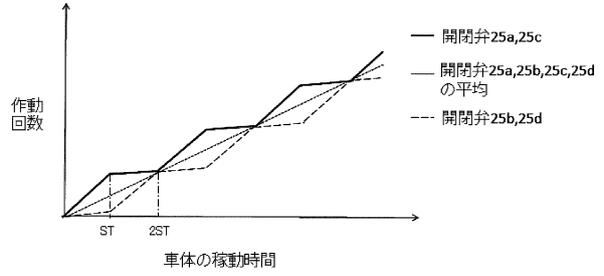
【図13】



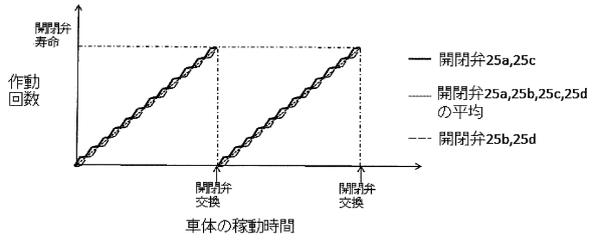
【図15】



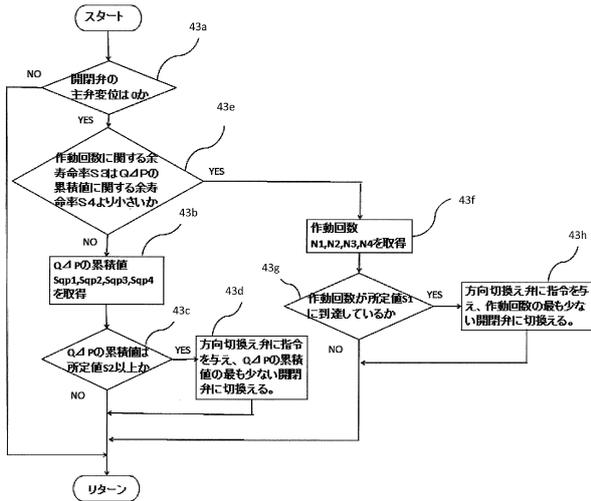
【図16】



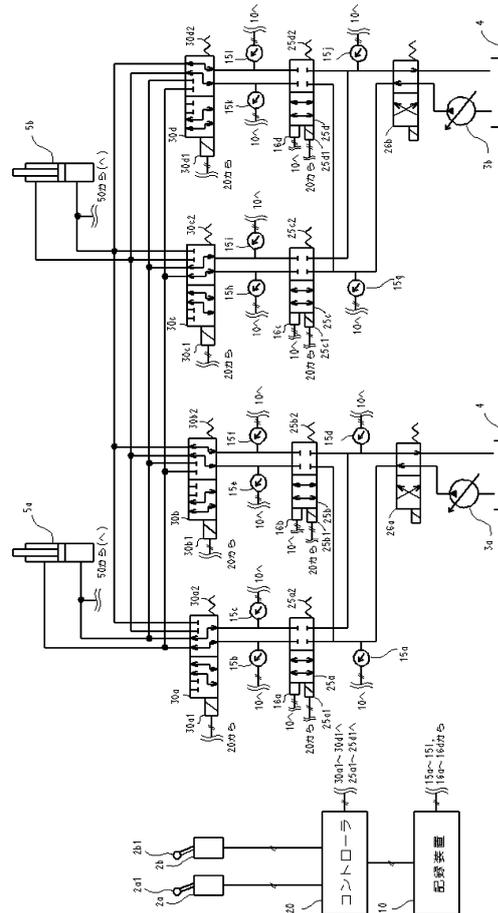
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 岡村 潤

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

(72)発明者 高橋 宏政

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 北村 一

(56)参考文献 特開2008-127129(JP,A)

欧州特許出願公開第2982868(EP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F15B 20/00 - 21/12

F15B 11/00 - 11/22 ; 21/14

E02F 9/22