

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5548113号
(P5548113)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月23日(2014.5.23)

(51) Int. Cl.	F 1
E O 2 F 9/22 (2006.01)	E O 2 F 9/22 D
E O 2 F 9/20 (2006.01)	E O 2 F 9/20 Z
F 1 5 B 11/08 (2006.01)	E O 2 F 9/22 R
F 1 5 B 11/04 (2006.01)	F 1 5 B 11/08 A
F 1 5 B 21/14 (2006.01)	F 1 5 B 11/04 A

請求項の数 10 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-281745 (P2010-281745)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成22年12月17日(2010.12.17)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-127154 (P2012-127154A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年7月5日(2012.7.5)	(74) 代理人	110000556
審査請求日	平成25年4月17日(2013.4.17)		特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	山本 良
			兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地
			川崎重工業株式会社 西神戸工場内
		(72) 発明者	山田 昌啓
			兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地
			川崎重工業株式会社 西神戸工場内
		(72) 発明者	弓達 陽治
			兵庫県神戸市西区榎谷町松本234番地
			川崎重工業株式会社 西神戸工場内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械の駆動制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

傾転角制御で吐出流量の変更が可能な油圧ポンプからコントロール弁を介して供給する作動油で駆動する油圧モータと、該油圧モータと協働する電動機とによって構造体を駆動する作業機械の駆動制御方法であって、

前記構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように開度指令を生成して前記コントロール弁を開度制御するとともに、

前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記開度指令に対して流量補償を行うようにしたことを特徴とする作業機械の駆動制御方法。

【請求項2】

前記流量補償を行った開度指令と、前記差圧フィードバック信号を入力した差圧指令との間に、前記開度指令の変化分をフィードバックさせるマイナーループを設けて昇圧補償を行うようにした請求項1に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項3】

前記油圧ポンプを第一油圧ポンプ、前記コントロール弁を第一コントロール弁、前記構

造体を第一構造体とし、該第一構造体に加えて、第二油圧ポンプから第二コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する第二構造体を有し、前記第二構造体を駆動する作動油に前記第一油圧ポンプから供給される作動油を合流させるように構成し、

前記第一構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように前記油圧ポンプの傾転指令を生成し、

前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記傾転指令に対して流量補償を行い、

該流量補償された信号と、作業機械における他の指令とを比較し、その最大値を選択した信号を傾転指令として前記油圧ポンプの傾転を制御するようにした請求項 1 又は 2 に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項 4】

前記構造体の初期加速時に、該構造体の加速に要するトルクから電動機で出力可能な駆動トルクを除き、不足分のトルクを前記油圧モータの駆動トルクで補うように前記コントロール弁の開度指令を生成するようにした請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項 5】

傾転角制御で吐出流量の変更が可能な第一油圧ポンプから第一コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する油圧モータと、該油圧モータと協働する電動機とによって第一構造体を駆動する作業機械の駆動制御方法であって、

前記第一構造体に加えて、第二油圧ポンプから第二コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する第二構造体を有し、該第二構造体を駆動する作動油に前記第一油圧ポンプの作動油を合流させるように構成され、

前記第一構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記第二油圧ポンプの実吐出圧力をフィードバックする第二ポンプ圧力フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように第一油圧ポンプの旋回傾転指令を生成し、該第一油圧ポンプの旋回傾転指令と前記第二油圧ポンプの傾転指令との最大値を選択して前記第一油圧ポンプを傾転角制御するようにしたことを特徴とする作業機械の駆動制御方法。

【請求項 6】

前記第二ポンプ圧力フィードバック制御を、前記速度フィードバック制御を行った駆動トルク指令から電動機トルク分を除いた油圧モータトルク指令を求め、該油圧モータトルク指令に前記第二油圧ポンプの実吐出圧力をフィードバックさせる合流補償として行うようにした請求項 5 に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項 7】

前記速度フィードバック制御を行った駆動トルク指令から前記合流補償を行った油圧モータトルク指令を減じてトルク指令差を求め、

前記電動機を運転することができるエネルギーと前記トルク指令差とから必要な電動機トルク指令を求めて油圧モータの不足トルクを電動機で補うようにした請求項 6 に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項 8】

前記合流補償を行った油圧モータトルク指令に基づく第一油圧ポンプの差圧指令に前記油圧モータの背圧を加えて油圧モータ回路におけるリリース圧力指令を求め、該リリース圧力指令を前記油圧モータの上流側回路における電磁リリース弁のリリース圧とした請求項 6 に記載の作業機械の駆動制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記第一油圧ポンプの旋回傾転指令に対して流量補償を行うようにした請求項 5 に記載の作業機械の駆動制御方法。

【請求項 10】

前記流量補償を行った旋回傾転指令と、前記差圧フィードバック信号を入力した差圧指令との間に、前記旋回傾転指令の変化分をフィードバックさせるマイナーループを設けて昇圧補償を行うようにした請求項 9 に記載の作業機械の駆動制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業機械に用いられる駆動装置の制御方法に関し、詳しくは、油圧モータと電動機とによって構造体を駆動する作業機械の駆動制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、油圧ショベル、クレーン、ホイールローダ、ブルドーザ等の動力機械類（この明細書及び特許請求の範囲の書類では、これらの動力機械類（重機）を総称して「作業機械」という）が土木・建設工事などに使用されている。例えば、図 7 に示す油圧ショベル 100 を例に説明すると、油圧ショベル 100 には、下部走行体 101 の上部に上部旋回体（構造体）102 が設けられ、この上部旋回体 102 に、エンジンや運転席、バケット 103 が先端に設けられたアーム 104、アーム 104 に連結されたブーム 105 等が備えられている。このブーム 105 は、ブームシリンダ 106 によって上昇させられるようになっている。そのため、上部旋回体 102 は大型の重量物になっている。この上部旋回体 102 は、作業時に運転席のリモコンを操作することにより、上記下部走行体 101 の上部で旋回させられる。また、ブーム 105 等が上下方向に駆動されて先端のバケット 103 によって各種作業が行われる。

20

【0003】

このような作業機械には、上部旋回体 102 やブーム 105 等を駆動する複数台の油圧ポンプが備えられており、それぞれの油圧ポンプから供給される作動油を単独、又は条件に応じて合流させることで大きな駆動力が得られるようになっている。また、上部旋回体 102 は、近年、油圧モータと電動機とを備えた駆動装置によって旋回させられるものも提案されている。

30

【0004】

例えば、この種の駆動装置を備えた作業機械として、油圧モータを駆動源とする油圧ユニットと電動機を駆動源とする電動ユニットとを設け、旋回時にコントローラとインバータによって電動機を制御し、そのトルクで油圧ユニットをアシストするようにした駆動装置を備えたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。この作業機械では、駆動装置の定常旋回時および減速時に、電動機に回生作用を行わせて回生電力を蓄電器に蓄えるようにしている。また、駆動装置の制御手段としては、旋回時に、要求されるトルクを求め、その要求トルクが設定値を超えたときに電動機から必要なトルクが出力されるようにしている。つまり、電動ユニットによって油圧ユニットをアシストし、全体として必要な最大トルクを確保しながら電動ユニットのアシスト分を調整することで、必要なトルクを発生させるようにしている。また、上記制御手段は、油圧モータ回路に設けられたリリーフ弁によるリリーフ時間を短縮する方向で電動機の出カトルクを制御するように構成されている。

40

【0005】

さらに、他の先行技術として、油圧アクチュエータと電動・発電機の駆動力を合成する駆動力合成機構を有するハイブリッド型駆動装置を備えた建設機械がある。この機械では、制動時に発生するエネルギーを有効に活用するために連通弁（バイパス弁）を設けて、旋回体の慣性エネルギーを電動・発電機で電気エネルギーとして効率良く回生しようとしている

50

(例えば、特許文献2参照)。この先行技術では、油圧アクチュエータの駆動力と、この油圧アクチュエータと協働する電動・発電機の駆動力との比率を設定する設定手段として、油圧モータに内蔵されたリリーフ弁を用いている。

【0006】

また、他の先行技術として、油圧アクチュエータの両ポートの差圧を検出し、この差圧に関連させて、油圧アクチュエータに併設された電動・発電機に対してトルク指令を行うようにしたものもある(例えば、特許文献3参照)。この先行技術では、旋回体を油圧モータと電動・発電機の駆動・制動トルクとの和で駆動制御するように構成されている。さらに、駆動時には制動時に比較して油圧モータの出力トルクの割合が大きくなるように、油圧モータの駆動・停止時の最高駆動圧力を制御するリリーフ弁を設け、このリリーフ弁の起動加速時の作動圧力を減速停止時の作動圧力より高くしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-290882号公報

【特許文献2】特開2008-291522号公報

【特許文献3】特開2008-63888号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

20

ところで、作業機械における構造体の動作としては、例えば、上記油圧ショベル100による土砂の掘削積込み作業等のように、上部旋回体102を急激に加速、減速する作業が多い。そのため、上記したような大型の重量物で慣性体である上部旋回体102を所望の速度で回転させようとして、リモコン弁を速く、且つ大きく操作することが多い。

【0009】

しかしながら、上記特許文献1の作業機械では、リモコン弁の二次圧を直接コントロール弁のパイロットポートに作用させて流量制御しているため、旋回操作時の大きなリモコン弁の操作による旋回加速時にはコントロール弁が大きく開き、油圧ポンプからの吐出油のすべてが油圧モータ回路に流入する。そして、この流入油は、上記したように油圧モータ回路に昇圧緩衝機能を有するリリーフ弁を用いたとしても、慣性体である上部旋回体が所望の旋回速度に達するまではその一部が油圧モータを駆動する動力として使用されるだけで残りはリリーフ弁からリリーフされるため、これによってエネルギー利用効率が低下する。このようなエネルギー利用効率の低下は、エネルギー消費量が増大する旋回加速時に大きなエネルギー損失が発生するので顕著である。このようなエネルギー利用効率の低下は、旋回体以外の構造体を加速駆動する駆動装置においても同様に生じる。

30

【0010】

また、制御手段は、旋回時に要求されるトルクが要求値を超えた場合に限り、電動機から必要なトルクを出力する構成となっているため、比較的小さいトルクが連続して必要とされるような運用条件では、電動機が作動する時間が十分に確保できない場合があり得る。したがって、蓄電した電気エネルギーを十分に活用できない状況が生じる可能性がある。

40

【0011】

さらに、ブレーキ時にコントロール弁が閉じられると油圧モータ回路が閉回路となり、電動機で減速トルクをアシストしたとしても油圧トルクが発生してリリーフ弁が作動するので、減速時の慣性エネルギーを電気エネルギーとして効率良く回収することができない。

【0012】

なお、上記特許文献2に記載の発明においても、上記特許文献1と同様にリモコン弁の二次圧を直接コントロール弁のパイロットポートに作用させているため、リモコン弁の操作時に多くの圧油がコントロール弁に供給され、旋回体が所望の速度に達して油圧モータが所定トルクとなるまでは多くの圧油がリリーフ弁からリリーフされてエネルギー損失を生じる。

50

【 0 0 1 3 】

また、上記特許文献 3 に記載の発明においては、油圧モータの圧油供給口と排出口とにおける圧力を検出して、発電・電動機の動作制御をすることについて記載されているが、その圧力を利用して油圧モータに供給する圧油量を制御する詳細な制御方法については何ら記載されていない。

【 0 0 1 4 】

一方、作業機械によっては、上記油圧ショベルのように複数の操作レバーを同時に操作することで、例えば、上部旋回体 1 0 2 を油圧モータで旋回動作させると同時に、ブーム 1 0 5 の先端のパケット 1 0 3 による土砂持上げ動作をブームシリンダ（油圧アクチュエータ）1 0 6 で行う複合操作がある。このような複合操作を行う作業機械には、エンジン動力に応じた容量で複数台の油圧ポンプが設けられている。上記複合操作時には、複数台の油圧ポンプから吐出された作動油が動力を必要とする駆動側に合流するようになっており、それらの油圧ポンプの吐出圧力は駆動側の圧力と同一圧力となる。

10

【 0 0 1 5 】

しかしながら、上記した上部旋回体のように油圧モータと電動機とによって駆動される構造体を有する作業機械の場合、一時的に大きな動力を必要とする油圧アクチュエータに、複数台の油圧ポンプの作動油を合流させる際は、複数台の油圧ポンプの吐出圧力は、その油圧アクチュエータの駆動圧力と同一圧力となるため、上記電動機とともに構造体を駆動する油圧モータに供給される作動油も同一圧力になってしまい、その時の油圧モータの駆動条件に適さない圧力となって効率良く駆動するのが難しくなる。

20

【 0 0 1 6 】

なお、上記特許文献 1 ~ 3 には、旋回体を電動機と協働して駆動する油圧モータに供給する作動油を他の構造体の駆動動力に合流させた状態で、油圧モータによる旋回体の駆動を効率良く行えるようにする構成について何ら記載されていない。

【 0 0 1 7 】

そこで、本発明は、リモコン弁の操作量と油圧モータの回転数と油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に応じて、油圧モータに供給する油量を制御することでエネルギー損失を抑えることができる作業機械の駆動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 】

30

【 0 0 1 8 】

上記目的を達成するために、本発明は、傾転角制御で吐出流量の変更が可能な油圧ポンプからコントロール弁を介して供給する作動油で駆動する油圧モータと、該油圧モータと協働する電動機とによって構造体を駆動する作業機械の駆動制御方法であって、前記構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように開度指令を生成して前記コントロール弁を開度制御するとともに、前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記開度指令に対して流量補償を行うようにしている。この明細書及び特許請求の範囲の書類中における「構造体」は、例えば、旋回動作をする上部旋回体、直線動作をするブーム等の構造体をいう。また、「構造体の動作量」は「構造体の動作速度及び動作量等」全ての動作量を含む。

40

【 0 0 1 9 】

これにより、リモコン弁の操作量と油圧モータの実回転数の差に応じた駆動トルクを油圧モータで得るために適した作動油量で、且つ油圧モータの実回転数に適した作動油量を吐出するようにコントロール弁の開度が制御される。従って、油圧ポンプから油圧モータに供給される作動油量を、実回転数に適した量で、且つリモコン弁の操作量と油圧モータの実回転数の差に応じた駆動トルクを得るために必要な量に制御することができ、エネル

50

ギ効率の向上を図ることが可能となる。

【0020】

また、差圧フィードバック制御によるコントロール弁の開度指令に対して実回転数における必要油量が得られるように流量補償を行うので、変化する実回転数に応じた必要油量となるようにコントロール弁の開度制御を行うことができ、応答性を向上させることが可能となる。

【0021】

また、前記流量補償を行った開度指令と、前記差圧フィードバック信号を入力した差圧指令との間に、前記開度指令の変化分をフィードバックさせるマイナーループを設けて昇圧補償を行うようにしてもよい。このようにすれば、流量補償を行った開度指令の高周波領域でのゲインをマイナーループのフィードバック制御で下げて圧力制御の安定性を向上させることができる。

【0022】

また、前記油圧ポンプを第一油圧ポンプ、前記コントロール弁を第一コントロール弁、前記構造体を第一構造体とし、該第一構造体に加えて、第二油圧ポンプから第二コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する第二構造体を有し、前記第二構造体を駆動する作動油に前記第一油圧ポンプから供給される作動油を合流させるように構成し、前記第一構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように前記油圧ポンプの傾転指令を生成し、前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記傾転指令に対して流量補償を行い、該流量補償された信号と、作業機械における他の指令とを比較し、その最大値を選択した信号を傾転指令として前記油圧ポンプの傾転を制御するようにしてもよい。

【0023】

このように、コントロール弁の開度制御と、油圧ポンプの傾転制御を併用することで、第一油圧ポンプから第一コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する油圧モータと電動機で駆動する第一構造体と、第二油圧ポンプから第二コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する第二構造体とを備えた作業機械で、この第二構造体を駆動する作動油に第一油圧ポンプの作動油を合流させる構成において、第一油圧ポンプの傾転指令を作業機械における最大値を満たす傾転指令にして流量制御を行うことができ、また、第一コントロール弁の開度を前記開度制御により絞ることで、合流に必要な第一油圧ポンプの吐出圧力を確保することができる。しかも、コントロール弁の開度は油圧モータの実回転数に適した量で、且つリモコン弁の操作量と油圧モータの実回転数の差に応じた駆動トルクを得るために必要な量に制御することができる。

【0024】

なお、油圧モータと電動機で第一構造体のみを旋回駆動させるときは、第一コントロール弁の開度は、前記開度制御を実施せずに、圧力損失が最小となるように最大開度に設定し、第一油圧ポンプは、前記傾転角制御を実施するようにしてもよい。このように、コントロール弁の開度制御を切り換えることで、圧力損失の少ない運転をすることができる。

【0025】

また、前記構造体の初期加速時に、該構造体の加速に要するトルクから電動機で出力可能な駆動トルクを除き、不足分のトルクを前記油圧モータの駆動トルクで補うように前記コントロール弁の開度指令を生成するようにしてもよい。このようにすれば、慣性体である構造体の初期加速時に、その構造体の加速に要するトルクを、蓄電器の電圧に基づく電動機で出力可能な駆動トルクと、その電動機の駆動トルクを除いた不足分を油圧モータの駆動トルクで補うように、それぞれのエネルギーを演算しながら駆動制御を行うので、蓄積電気エネルギーの利用効率を高くすることができる。しかも、油圧モータの作動油量は、電

10

20

30

40

50

動機の駆動トルクを除いた不足分を補うように開度が制御されたコントロール弁から供給されるため、エネルギー効率の高い運用が可能となる。

【 0 0 2 6 】

また、傾転角制御で吐出流量の変更が可能な第一油圧ポンプから第一コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する油圧モータと、該油圧モータと協働する電動機とによって第一構造体を駆動する作業機械の駆動制御方法であって、前記第一構造体に加えて、第二油圧ポンプから第二コントロール弁を介して供給する作動油で駆動する第二構造体を有し、該第二構造体を駆動する作動油に前記第一油圧ポンプの作動油を合流させるように構成され、前記第一構造体の動作量を決定するリモコン弁の操作量に基づく速度指令に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度フィードバック制御と、前記第二油圧ポンプの 10
実吐出圧力をフィードバックする第二ポンプ圧力フィードバック制御と、前記油圧モータの吸入ポートと排出ポートとにおける作動油圧力差に基づく差圧フィードバック制御とを行うことで、前記油圧モータの実回転数における必要量の作動油量を吐出するように第一油圧ポンプの旋回傾転指令を生成し、該第一油圧ポンプの旋回傾転指令と前記第二油圧ポンプの傾転指令との最大値を選択して前記第一油圧ポンプを傾転角制御するようにしている。

【 0 0 2 7 】

このようにすれば、第一油圧ポンプから供給する作動油で駆動する油圧モータと電動機とで駆動する第一構造体と、第二油圧ポンプから供給する作動油で駆動する第二構造体とを備えた作業機械で、この第二構造体を駆動する作動油に第一油圧ポンプの作動油を合流 20
させる構成において、第一油圧ポンプの傾転指令を第二油圧ポンプの実吐出圧力に則してフィードバック制御して、第一油圧ポンプから吐出する作動油を第二油圧ポンプから吐出する作動油に安定して合流させることができる。

【 0 0 2 8 】

また、前記第二ポンプ圧力フィードバック制御を、前記速度フィードバック制御を行った駆動トルク指令から電動機トルク分を除いた油圧モータトルク指令を求め、該油圧モータトルク指令に前記第二油圧ポンプの実吐出圧力をフィードバックさせる合流補償として 30
行うようにしてもよい。このようにすれば、電動機トルク分を除いた油圧モータトルク分が得られるようにした第一油圧ポンプの傾転指令を第二油圧ポンプの吐出圧力で補正するので、第一油圧ポンプの傾転指令を第二油圧ポンプの実吐出圧力に則してより正確にフィードバック制御することができる。

【 0 0 2 9 】

また、前記速度フィードバック制御を行った駆動トルク指令から前記合流補償を行った油圧モータトルク指令を減じてトルク指令差を求め、前記電動機を運転することができるエネルギーと前記トルク指令差とから必要な電動機トルク指令を求めて油圧モータの不足トルクを電動機で補うようにしてもよい。このようにすれば、複数台の油圧ポンプで駆動する複数の構造体を備えた作業機械において、旋回体の旋回駆動は油圧モータの駆動トルクで分担した不足分を電動機で補うようにすればよいので、油圧モータの駆動トルクに応じて蓄積電気エネルギーを効率良く使用してエネルギー効率の良い運転ができる。 40

【 0 0 3 0 】

また、油圧モータのみで第一構造体を旋回駆動させながら、第二構造体を第一油圧ポンプの作動油を合流させて駆動させる場合と比較して、油圧モータトルクは同じトルクとなり、電動機トルクによるアシスト分、駆動トルクを増加することができるので、旋回作業時間の短縮を図ることができる。

【 0 0 3 1 】

また、前記合流補償を行った油圧モータトルク指令に基づく第一油圧ポンプの差圧指令に前記油圧モータの背圧を加えて油圧モータ回路におけるリリース圧力指令を求め、該リリース圧力指令を前記油圧モータの上流側回路における電磁リリース弁のリリース圧として 50
してもよい。このようにすれば、電磁リリース弁の制御圧力が系に必要な圧力より小さく設定されることはない。また、第一油圧ポンプから吐出される作動油の圧力以下でリリース

しないように電磁リリーフ弁の設定値を調整することができ、油圧モータ回路において第二構造体を駆動するための作動油圧力を安定して保つことができる。

【0032】

また、前記差圧フィードバック制御を行った信号に対し、前記油圧モータの実回転数に基づく速度信号を制御ゲインを介して加えることで、前記油圧モータの実回転数に適した作動油量を供給するように前記第一油圧ポンプの旋回傾転指令に対して流量補償を行うようにしてもよい。このようにすれば、最終的な第一油圧ポンプの旋回傾転指令に対して油圧モータの実回転数における必要油量が得られるように流量補償を行うので、変化する実回転数に応じた必要油量となるように第一油圧ポンプを傾転制御することができる。

【0033】

また、前記流量補償を行った旋回傾転指令と、前記差圧フィードバック信号を入力した差圧指令との間に、前記旋回傾転指令の変化分をフィードバックさせるマイナーループを設けて昇圧補償を行うようにしてもよい。このようにすれば、流量補償を行った旋回傾転指令の高周波領域でのゲインをマイナーループのフィードバック制御で下げて圧力制御の安定性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、リモコン弁の操作量に応じて油圧モータを駆動する圧油量が最適となるようにコントロール弁を開度制御、または、油圧ポンプを傾転制御することで調整するので、油圧モータで構造体を駆動するためのエネルギー効率を向上させることが可能となる。

【0035】

また、電動機と油圧モータとで駆動する構造体と油圧アクチュエータで駆動する構造体とにそれぞれ作動油を供給する油圧ポンプを備えた作業機械において、油圧モータ側の作動油を油圧アクチュエータ側に合流させるとともに、リモコン弁の操作量に応じた作動油を油圧アクチュエータ及び油圧モータに供給して効率良く複数の構造体を駆動することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明に係る駆動制御装置の電動機と協働する油圧モータを駆動する第一油圧ポンプシステムを示す油圧回路図である。

【図2】図1に示す駆動制御装置の第一油圧ポンプシステムにおける制御ブロック図である。

【図3】図1に示す駆動制御装置による旋回体の駆動シーケンス図である。

【図4】図1に示す油圧回路に合流回路を備えさせた油圧回路図である。

【図5】本発明の第1実施形態に係る駆動制御装置における制御方法を示す油圧回路図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る駆動制御装置における制御方法を示す油圧回路図である。

【図7】作業機械の一例である油圧ショベルを示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。以下の実施形態では、作業機械の第一構造体として油圧ショベルの上部旋回体（以下、単に「旋回体」という）を例にし、第二構造体として油圧アクチュエータ駆動のブームを例に説明する。また、第一構造体作動用の油圧モータを駆動するポンプを第一油圧ポンプ、第二構造体作動用の油圧アクチュエータを駆動するポンプを第二油圧ポンプとする。

【0038】

図1に示すように、旋回体（第一構造体；図7に示す102）を駆動する駆動制御装置1としては、油圧モータ2と電動機3との協働によって旋回体を旋回駆動し、油圧モータ2の減速時には、電動機3の回生機能によって油圧モータ2の慣性エネルギー（運動エネルギー

10

20

30

40

50

ぎ)を電気エネルギーに変換して回収するように構成されている。この電動機3に回生作用を行わせて発電機とする回生機能は、公知の技術であるため、詳細な説明は省略する。

【0039】

また、上記旋回体の旋回方向及び旋回速度等の動作量を決定する第一リモコン弁5(旋回リモコン)が設けられている。この第一リモコン弁5は、旋回体の旋回方向を決定する傾倒ハンドル4を有している。この傾倒ハンドル4を傾倒する方向、角度、及び速度等によって旋回体の旋回方向、速度及び加速度が決定される。第一リモコン弁5には、操作量に応じた二次圧を検出する圧力センサ6が設けられている。この圧力センサ6で検出された左右ポートの差圧が、旋回体を回転させるための速度指令(回転数指令)として制御装置7に入力されるようになっている。正の信号を正回転とすると、負の信号は逆回転となる。

10

【0040】

一方、上記油圧モータ2は、第一油圧ポンプ10で吐出される作動油によって駆動されている。この油圧モータ2は、第一油圧ポンプ10から作動油を吸入・排出する油圧モータ回路11に接続されている。油圧モータ回路11は、油圧モータ2の吸入ポートと排出ポートとに接続された油路12,13が第一コントロール弁14を介して接続されている。油圧モータ2の吸入ポートと排出ポートとは、回転方向によって逆になる。

【0041】

また、上記油圧モータ回路11の油路12,13の間には、油圧モータ2の減速時にこれらの油路12,13を連通させることで油圧モータ2の排出側において発生する損失を回避する電磁リリーフ弁15,16が設けられている。この電磁リリーフ弁15,16は、油圧モータ2の正回転、及び逆回転時に作動油が流れる方向が異なるので、油路12,13のそれぞれからリリーフできるように設けられている。

20

【0042】

さらに、油路12,13の間には、通常使用時の圧力を超えた場合にタンク21へ作動油を逃すように作動するリリーフ弁22と、油路12,13内での油循環時に油量が減るとタンク21から油を吸引するチェック弁23とが設けられている。

【0043】

また、この実施形態では、第一コントロール弁14の旋回セクションのパイロットポート17,18に電磁比例減圧弁19,20が設置されている。この電磁比例減圧弁19,20には、一次圧として上記第一リモコン弁5の二次圧が導かれており、制御装置7から電磁比例減圧弁19,20の二次圧が制御できるようになっている。これらの電磁比例減圧弁19,20により、第一コントロール弁14のパイロットポート17,18を高精度で制御できるようにしている。このように、制御装置7からの開度指令によって電磁比例減圧弁19,20による第一コントロール弁14の開度制御が行われ、上記第一リモコン弁5の速度指令に対して油圧モータ2の実回転数における必要量の作動油が供給されるように制御される。この例の電磁比例減圧弁19,20は、逆比例型が用いられている。

30

【0044】

さらに、上記油圧モータ2の吸入ポートと排出ポートには圧力センサ25,26がそれぞれ設けられている。これらの圧力センサ25,26で検出された圧力の差圧が、差圧フィードバックとして制御装置7に入力されている。この油圧モータ2の吸入および排出ポートの差圧により、制御装置7内で油圧モータ2の発生トルクが推定される(負の信号の場合は、逆トルク)。

40

【0045】

また、上記電動機3は、上記制御装置7を介して、この電動機3を駆動するための電力を蓄える蓄電器27と接続されている。この蓄電器27は、制御装置7を介して電動機3との間で電力の授受を行うようになっている。蓄電器27は、旋回体を回転駆動するために油圧モータ2が加速する時には、油圧モータ2と協働する電動機3へ電力を供給するよう放電する。また、蓄電器27は、油圧モータ2が減速する時には、油圧モータ2を制動するよう電動機3に回生作用を生じさせて得た回生電力が蓄電される。このように、上記

50

制御装置 7 は、油圧モータ 2 の加速時においては、油圧モータ 2 と協働する電動機 3 へ回転指令を出し、油圧モータ 2 の減速時においては、油圧モータ 2 を制動するよう電動機 3 に回生指令を行うようになっている。

【 0 0 4 6 】

さらに、上記電動機 3 には回転数センサ 2 4 が設けられている。この回転数センサ 2 4 によって検出された実回転数は、速度フィードバックとして上記制御装置 7 に入力されている。この速度フィードバックにより、制御装置 7 内で第一リモコン弁 5 からの速度指令（回転数指令）と実回転数の差から加速度が求められる。

【 0 0 4 7 】

また、上記第一油圧ポンプ 1 0 には、傾転角を制御する傾転角調整ポート 4 0 に電磁比例減圧弁 4 1 が設けられている。この電磁比例減圧弁 4 1 のソレノイド電流が上記制御装置 7 からの信号によって制御され、これにより第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角が制御される。このように、制御装置 7 からの傾転指令によって電磁比例減圧弁 4 1 による第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御が行われ、上記第一リモコン弁 5 の速度指令に対して油圧モータ 2 の実回転数における必要量の作動油が吐出されるように制御される。

【 0 0 4 8 】

この制御装置 7 による具体的な制御としては、第一リモコン弁 5 からの速度指令（回転数信号）、油圧モータ 2 の差圧信号に基づく差圧フィードバック（トルク信号）、及び電動機 3 の回転数信号に基づく速度フィードバック（実回転数）に基づいて、電動機 3 と油圧モータ 2 に設定されたトルクが得られるように制御される。つまり、電動機 3 を回転させるとともに、電動機 3 のトルク不足分を補うように第一コントロール弁 1 4 の電磁比例減圧弁 1 9 , 2 0 に開度指令、または、第一油圧ポンプ 1 0 の電磁比例減圧弁 4 1 に傾転指令が送られ、第一油圧ポンプ 1 0 から第一コントロール弁 1 4 を介して供給される作動油によって油圧モータ 2 が回転させられるようになっている。

【 0 0 4 9 】

しかも、この制御装置 7 による制御では、第一リモコン弁 5 が操作されて加速と判断した際に、蓄電器 2 7 に電動機 3 の運転が可能な電気エネルギーが蓄積されている場合は、この電気エネルギーで優先的に電動機 3 を駆動し、トルク不足分が上記したように制御される油圧モータ 2 によって補われる。この期間、電磁リリーフ弁 1 5 , 1 6 は作動しないことを基本とするが、第一コントロール弁 1 4 の開度制御、または、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御による圧力制御性能を補うために補助的に使用してもよい。

【 0 0 5 0 】

このように、上記駆動制御装置 1 における油圧モータ 2 は、第一リモコン弁 5 の操作量に基づいた旋回駆動トルクから電動機 3 によるトルクを除いた不足分が得られるように、制御装置 7 によって、第一コントロール弁 1 4 の開度制御、または、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御により圧力制御が行われる。第一コントロール弁 1 4 による圧力制御は、電磁比例減圧弁 1 9 , 2 0 で第一コントロール弁 1 4 の開度制御によって行われる。これにより、第一油圧ポンプ 1 0 から油圧モータ 2 に供給される圧油量が高精度で制御される。この時、第一油圧ポンプの傾転は、第一油圧ポンプ 1 0 による旋回傾転指令と、作業機械における他の指令とを比較し、その最大値を選択した信号を傾転指令として制御される。なお、油圧モータ 2 と電動機 3 で第一構造体のみを旋回駆動させるときは、第一コントロール弁 1 4 の開度制御による圧力制御ではなく、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御により圧力制御が行われる。これにより、第一油圧ポンプ 1 0 から油圧モータ 2 に供給される圧油量が高精度で制御される。この時、第一コントロール弁 1 4 の開度は、圧力損失が最小となるように制御される。この開度は基本的には最大開度に設定される。

【 0 0 5 1 】

また、第一コントロール弁 1 4 の開度、または、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角を制御することにより、電動機 3 によるトルクと油圧モータ 2 によるトルクとの配分を変更することが可能となっている。例えば、蓄電器 2 7 の蓄積エネルギーが規定値以下になると、電動機 3 のトルクを徐々に減少させると同時に油圧モータ 2 のトルクを増加させて、電動機 3

10

20

30

40

50

から油圧モータ 2 への切換えをショックレスでスムーズに行うことができる。そして、最終的には、第一リモコン弁 5 からの回転数指令によって決まる必要な油量が得られるように第一コントロール弁 14 の開度、または、第一油圧ポンプ 10 の傾転角が設定される。詳細は、後述する。この電動機 3 と油圧モータ 2 のトルク配分は、最もエネルギー利用率が良好となる比率に予め設定しておき、電動機 3 と油圧モータ 2 のトルクに関連する状態変化（蓄電器 27 の蓄電エネルギーが既定値以下など）に応じて変動させ、電動機 3 と油圧モータ 2 の合計トルクが必要な旋回駆動トルクとなるようにする。

【0052】

一方、第一リモコン弁 5 が操作されて減速と判断された際には、電動機 3 に回生作用を行わせて慣性エネルギーを電気エネルギーに変換した回生電力を蓄電器 27 に蓄える。このときブレーキ側の電磁リリーフ弁 15 又は 16 をアンロードにして作動油を循環させる。また、第一油圧ポンプ 10 の傾転角は最小、第一コントロール弁 14 は全閉として、第一油圧ポンプ 10 の吐出油は第一コントロール弁 14 を介して全量をタンク 21 へバイパスさせて、消費エネルギーを最小にする。

10

【0053】

さらに、電動機 3 ですべての慣性エネルギーが回収できないと判断した場合（電動機 3 で発生させるべきブレーキトルクが許容値を超えた場合、蓄電器 27 の電圧、電流制御値が許容値を超えた場合等）、ブレーキ側の電磁リリーフ弁 15 又は 16 の設定圧力を調整して油路 12, 13 内の抵抗を増やす。これにより、不足するブレーキトルクを油圧モータ 2 で発生させる。

20

【0054】

このように、加速時は、第一コントロール弁 14 の開度、または、第一油圧ポンプ 10 の傾転角を調整して供給する作動油量で油圧モータ 2 の必要発生トルクを制御して、電磁リリーフ弁 15 又は 16 は原則として作動しないようにする。また、減速時は、ブレーキ側の電磁リリーフ弁 15 又は 16 をアンロードにして作動油を循環させて、減速エネルギーは原則として全量を電動機を用いて蓄電器 27 へ回収する。

【0055】

図 2 に示すように、上記駆動制御装置 1 における制御ブロック図としては、第一リモコン弁 5 の傾倒方向と操作量から、速度指令演算 30 によって速度が演算される。この速度は、電動機 3 に設けられた回転数センサ 24 からの速度フィードバックとの差から必要な加速度が加速度演算 31 によって演算され、その加速度の加速トルクが加速トルク演算 32 によって演算される。

30

【0056】

一方、蓄電器 27 の電圧が蓄電器電圧検出 33 によって検出され、その電圧と上記加速トルク演算 32 で演算された全体のトルクなどに基づいて、電動機トルク算出 34 によって電動機 3 で出力可能なトルクが算出される。この算出された電動機 3 で出力可能なトルクは、上記加速トルク演算 32 で演算された全体のトルクから減算され、この減算されたトルクが油圧モータ 2 に必要なトルクとして算出される。なお、油圧モータ 2 に必要なトルクに制限が必要な場合（例えば、油圧モータ 2 の吸入ポート圧をある値以上にしたい場合など）は、全体トルクから逆に油圧モータ 2 に必要なトルクを減算して電動機 3 で出力すべきトルクを算出してもよい。

40

【0057】

そして、油圧モータ 2 の制御としては、この油圧モータ 2 に必要なトルクに対して差圧指令演算 35 がなされ、この差圧指令に対して、油圧モータ 2 の吸入・排出ポートにおける圧力を検出する圧力センサ 25, 26 からの差圧がフィードバックされて比較される。その後、その信号に対して圧力制御 36 が行われて第一コントロール弁 14、または、第一油圧ポンプ 10 による流量制御が行われる。これにより、油圧モータ 2 に対して、電動機 3 で出力できるトルクを除いた分のトルクを出力することができる量の作動油が供給されて駆動される。また、この実施形態では、上記第一コントロール弁 14 による流量制御を電磁比例減圧弁 19, 20 で、または、上記第一油圧ポンプ 10 による流量制御を電磁

50

比例減圧弁 4 1で行っているのので、高精度で制御することができる。

【 0 0 5 8 】

さらに、この図では、第一コントロール弁 1 4 による流量制御によって油圧モータ 2 に供給する作動油の流量制御を実線で、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転制御による流量制御を二点鎖線で示している。後述する第 1 実施形態においては、第一コントロール弁 1 4 と第一油圧ポンプ 1 0 による流量制御を併用し、後述する第 2 実施形態においては、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転制御によって流量制御を行う。詳細は、後述する。

【 0 0 5 9 】

一方、電動機 3 の制御としては、上記電動機トルク算出 3 4 で算出されたトルクを出力するように電流指令演算 3 7 で電流が演算され、この演算結果に対して、電動機 3 に供給される電流がフィードバックされて比較される。その後、その信号に対して電流制御 3 8 が行われて電力変換器 3 9 が制御され、電動機 3 が駆動される。この電動機 3 の駆動は、回転数センサ 2 4 によって検出され、上記速度フィードバックとして速度指令演算 3 0 の演算結果にフィードバックされる。

10

【 0 0 6 0 】

次に、図 3 に基づいて、上記駆動制御装置 1 による動作シーケンスの一例を説明する。この動作シーケンスは、第一リモコン弁 5 による速度指令、旋回体の速度フィードバック、電動機 3 のトルク、油圧モータ 2 の吸排差圧トルク、及びこれら電動機 3 と油圧モータ 2 とによる合計トルクの時間変化を示している。

【 0 0 6 1 】

20

図示する例では、第一リモコン弁 5 を一方に傾倒することで速度フィードバックに示すように旋回体を一方向に「加速」・「定速」で旋回させた後、第一リモコン弁 5 を中立に戻して「減速」させた後、他方に傾倒させて旋回体を逆方向に「加速」・「定速」・「減速」で旋回させる例を示している。

【 0 0 6 2 】

上記第一リモコン弁 5 を操作して図示する上向き（一方へ旋回）の速度指令が出されると、慣性体である旋回体を回転させるためのトルクとして、電動機 3 を予め決められたトルクで回転させることで蓄電器 2 7 は放電され、この電動機 3 によるトルクの不足分を補うように油圧モータ 2 が駆動される。これにより、これら電動機トルクと油圧モータトルクとの合計トルクによって、慣性体である旋回体を旋回開始時に加速させるための大きな合成トルクが得られるように駆動される。つまり、停止状態の旋回体を旋回させる開始時に、最大の省エネルギー効果が得られるように電動機 3 の出力を利用し、その不足分を油圧モータ 2 で補うようにしている。そして、定速旋回時には小さな旋回トルクを油圧モータ 2 のみによって得るような運転とし、減速時には電動機 3 の回生作用によって慣性エネルギーのほぼ全量を電気エネルギーとして効率良く回収して蓄電器 2 7 に蓄電する。

30

【 0 0 6 3 】

図では、この動作後、逆方向に向けて第一リモコン弁 5 を操作した時も示しているが、向きが逆のトルクを発生させる他は上記作用と同一であるため、その説明は省略する。

【 0 0 6 4 】

このように、上記駆動制御装置 1 によれば、第一リモコン弁 5 の操作量に基づいた全トルクに対し、電動機 3 によって発生させることができるトルクの不足分を油圧モータ 2 で発生させるようにしている。これにより、油圧モータ 2 を駆動する作動油量は、第一コントロール弁 1 4 の開度、または、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角を制御することで調整するので、電動機 3 と油圧モータ 2 とによって旋回体を駆動するためのエネルギー効率を向上させることが可能となる。しかも、蓄電器 2 7 の電圧を監視し、電動機 3 に供給できるエネルギーを演算しながら旋回制御を行うので、蓄積エネルギーの利用効率を向上させることができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、油圧モータ 2 の減速時には、電磁リリーフ弁 1 5 又は 1 6 を開放することによって油圧モータ 2 の排出側において発生する圧力損失を回避し、旋回体の慣性エネルギーのほ

50

ば全量を電動機 3 の回生作用による電気エネルギーとして回収することができるので、エネルギー効率の良い駆動制御装置 1 の運用ができる。

【 0 0 6 6 】

さらに、旋回体の停止時に、この種の油圧駆動による油の圧縮効果等によって生じる揺れ戻りが起こらないように、上記電動機 3 の回転数を観測して停止時に電動機 3 のトルクを制御することで乗り心地を改善することもできる。また、電動機 3 と油圧モータ 2 のトルクを個別に制御するので、旋回フィーリングの設定も自由にできる。

【 0 0 6 7 】

次に、図 4 に基づいて、油圧シヨベルのように、上記電動機 3 と油圧モータ 2 との協働によって旋回駆動する第一構造体（上部旋回体；図 7 に示す 1 0 2 ）に加えて、油圧アクチュエータで上昇駆動する第二構造体（ブーム；図 7 に示す 1 0 5 ）を備えた油圧回路を説明する。この油圧回路では、上記複数の駆動体を同時に操作する複合操作が行えるように合流回路を備えている。この図では、上記図 1 に示す制御装置 7 に関する構成の記載を省略し、図 1 と同一の構成には同一符号を付して説明する。

10

【 0 0 6 8 】

図示するように、この駆動制御装置 5 0 では、旋回体（第一構造体）を旋回させる油圧モータ 2 及び電動機 3 を備えるとともに、ブーム（第二構造体）を上昇又は下降させる油圧アクチュエータ 5 1（図 7 に示すブームシリンダ 1 0 6 ）を備えている。このような構成の場合、旋回体を駆動する上述した第一油圧ポンプ 1 0 に加えて、油圧アクチュエータ 5 1 を駆動する第二油圧ポンプ 5 2 が設けられている。この第二油圧ポンプ 5 2 は、傾転角を制御する傾転角調整ポート 4 2 に、電磁比例減圧弁 4 3 が設けられている。第二油圧ポンプ 5 2 は、第二コントロール弁 5 3 を介して上記油圧アクチュエータ 5 1 と接続されている。この第二コントロール弁 5 3 を切換えることで、油圧アクチュエータ 5 1 を上昇又は下降させるようになっている。

20

【 0 0 6 9 】

また、油圧アクチュエータ 5 1 を駆動制御するための第二コントロール弁 5 3 を操作する第二リモコン弁 5 4（ブームリモコン）が設けられている。この第二リモコン弁 5 4 の操作によって、第二コントロール弁 5 3 が切換えられる。

【 0 0 7 0 】

このように旋回体を旋回させる油圧モータ 2 及び電動機 3 と、ブームを上昇又は下降させる油圧アクチュエータ 5 1 とによる複合操作を行う回路には、上述した第一コントロール弁 1 4 の後流側に合流弁 5 5 が設けられている。この合流弁 5 5 は、第二リモコン弁 5 4（ブームリモコン）の操作によって切換えられる。第二リモコン弁 5 4 の操作によって合流弁 5 5 が切換えられると、第一油圧ポンプ 1 0 から吐出される作動油が第二油圧ポンプ 5 2 から吐出する作動油に合流させられて、油圧アクチュエータ 5 1 の動作をアシストするようになっている。

30

【 0 0 7 1 】

上記合流弁 5 5 の切換えは、油圧アクチュエータ 5 1 のロッド 6 1 を上昇させる方向に第二リモコン弁 5 4 が倒されて上昇側制御圧が所定の切換え圧に達したら、この第二リモコン弁 5 4 から合流弁 5 5 のパイロットポート 5 6 に作用している制御圧で合流側（図示する右側）に切換えられる。また、この合流弁 5 5 が切換えられる時は、第一リモコン弁 5 の両ポートの高圧選択部 5 7 で選択された制御圧と第二リモコン弁 5 4 の制御圧とが高圧選択部 5 8 で高圧選択され、第一油圧ポンプ 1 0 が傾転制御される。第一リモコン弁 5 よりも第二リモコン弁 5 4 を大きく操作することが多いため、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転制御も第二リモコン弁 5 4 の上昇制御圧によって制御されることが多い。これにより、第一油圧ポンプ 1 0 から吐出される作動油が合流弁 5 5 を介して油圧アクチュエータ 5 1 の合流路 5 9 に供給されて、第二油圧ポンプ 5 2 の作動油に合流させられる。合流路 5 9 には逆止弁 6 0 が設けられており、油圧アクチュエータ 5 1 側から合流弁 5 5 方向に作動油が逆流するのを防止している。

40

【 0 0 7 2 】

50

また、上記第二リモコン弁 5 4 の上昇側制御圧によって、第二油圧ポンプ 5 2 の電磁比例減圧弁 4 3 が制御される。これにより、第二油圧ポンプ 5 2 から第二コントロール弁 5 3 を介して油圧アクチュエータ 5 1 に供給される作動油は、第二リモコン弁 5 4 の操作量に応じた流量となる。

【 0 0 7 3 】

従って、合流弁 5 5 が合流側に切換えられた時には、第一油圧ポンプ 1 0 及び第二油圧ポンプ 5 2 は同一の吐出圧に制御される。そして、第一油圧ポンプ 1 0 から吐出された作動油が合流弁 5 5 から合流路 5 9 を介して、第二油圧ポンプ 5 2 から油圧アクチュエータ 5 1 に供給される作動油と合流させられて油圧アクチュエータ 5 1 に供給される。これにより、油圧アクチュエータ 5 1 は、大きな駆動力で迅速な上昇駆動がなされる。

10

【 0 0 7 4 】

一方、上記したように第二リモコン弁 5 4 の上昇側制御圧で傾転制御された第一油圧ポンプ 1 0 から第一コントロール弁 1 4 を介して油圧モータ 2 に供給される作動油は、第一リモコン弁 5 からの制御圧で開度制御される第一コントロール弁 1 4 を介して供給される。これにより、第一リモコン弁 5 の操作量に応じた作動油が油圧モータ 2 に供給される。つまり、第一油圧ポンプ 1 0 が第二リモコン弁 5 4 の上昇側制御圧で傾転制御されたとしても、第一油圧ポンプ 1 0 から油圧モータ 2 に供給される作動油量は第一コントロール弁 1 4 で制限され、第一リモコン弁 5 の操作量に応じた作動油量に制御することができる。この制御の詳細を、以下に説明する。

【 0 0 7 5 】

20

図 5 は、本発明の第 1 実施形態に係る駆動制御装置 5 0 による第一コントロール弁 1 4 及び第一油圧ポンプ 1 0 の制御方法を示した油圧回路図である。図 4 及び図 1 と同一の構成には同一符号を付して説明する。上記第一コントロール弁 1 4 の開度制御及び第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御は、電動機 3 の回転数センサ 2 4 からの実回転数信号が上記第一リモコン弁 5 からの速度指令に対して速度フィードバックとして入力される。そして、その信号に対して速度制御 7 0 を行って速度指令に対するフィードバック制御が行われ、その信号から電動機 3 で出力可能なトルクを除くことで差圧指令が作成される。

【 0 0 7 6 】

その後、その差圧指令に対し、油圧モータ 2 の吸入ポートと排出ポートとに設けられた圧力センサ 2 5 , 2 6 の作動油圧力差に基づく差圧信号が制御ゲイン 7 1 を介して差圧フィードバックとして入力されてフィードバック制御が行われる。そして、そのフィードバック制御後の信号に基づいて、第一コントロール弁 1 4 の開度制御と、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転制御とがそれぞれ行われる。

30

【 0 0 7 7 】

第一コントロール弁 1 4 の開度制御としては、差圧偏差（差圧指令と差圧フィードバックの差）に対して圧力制御 7 2 を行った後、その開度指令の操作量に、上記電動機 3 に設けられた回転数センサ 2 4 の信号から得られる油圧モータ 2 の実回転数に基づいて制御ゲイン 7 7 により計算した必要なポンプ油量が加えられる。これにより、最新の実回転数に則した開度指令が最終的な指令として出力されるように流量補償をしている。

【 0 0 7 8 】

40

また、この流量補償した開度指令と、上記差圧偏差との間に、第一コントロール弁 1 4 の開度指令の変化分をフィードバックするマイナーループ 7 8 を設けて昇圧補償をしている。つまり、第一コントロール弁 1 4 の開度指令に対して微分動作（D 動作）の制御演算が行われ、この制御演算後の信号が上記差圧偏差に対してフィードバックされる。これによって高周波領域でのゲインを下げることができ、開度指令を平滑化させることで圧力制御の安定性を向上させている。

【 0 0 7 9 】

そして、この流量補償及び昇圧補償された信号が、制御ゲイン 7 3 を介して開度指令として第一コントロール弁 1 4 のパイロットポート 1 7 , 1 8 に出力されて第一コントロール弁 1 4 の開度が制御される。このように、この実施形態では、第一コントロール弁 1 4

50

の開度制御に、流量補償と昇圧補償とを行うことによって、高速で且つ安定した制御特性を得ることができるようにしている。

【 0 0 8 0 】

しかも、上述したように、第一コントロール弁 1 4 のパイロットポート 1 7 , 1 8 に電磁比例減圧弁 1 9 , 2 0 (図 1) を設けて第一コントロール弁 1 4 の開度制御を行っているので、必要流量を高精度で制御することができる。これにより、エネルギー効率の向上を図っている。

【 0 0 8 1 】

一方、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転制御としては、上記差圧偏差に対して圧力制御 7 4 を行った後、上記電動機 3 に設けられた回転数センサ 2 4 の信号から得られる油圧モータ 2 の実回転数に基づいて制御ゲイン 7 7 により計算した必要なポンプ油量が、上記圧力制御 7 4 を行った後の旋回傾転指令に加えられる。これにより、最新の实回転数に則した旋回傾転指令が最終的な指令として出力されるように流量補償をしている。

【 0 0 8 2 】

また、この流量補償した旋回傾転指令と、上記差圧偏差との間に、旋回傾転指令の変化分をフィードバックするマイナーループ 7 9 を設けて昇圧補償をしている。つまり、旋回傾転指令に対して微分動作 (D 動作) の制御演算が行われ、この制御演算後の信号が上記差圧偏差に対してフィードバックされることによって高周波領域でのゲインが下げられている。これにより、旋回傾転指令を平滑化させることで圧力制御の安定性を向上させている。

【 0 0 8 3 】

そして、この流量補償及び昇圧補償された旋回傾転指令が最大値選択 7 5 に入力され、作業機械における他の指令 (この例では、走行指令、ブーム上昇指令、その他) と比較される。そして、この最大値選択 7 5 で選択された信号が制御ゲイン 7 6 を介して傾転指令として第一油圧ポンプ 1 0 の電磁比例減圧弁 4 1 に出力されて、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角が制御される。

【 0 0 8 4 】

このように、この実施形態では、第一コントロール弁 1 4 の開度制御及び第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御に、流量補償と昇圧補償とを行うことによって、高速で且つ安定した制御特性を得ることができるようにしている。また、このように第一コントロール弁 1 4 の開度制御及び第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角制御を行うことで、第一リモコン弁 5 からの速度指令と、油圧モータ 2 の実回転数と、油圧モータ 2 の吸入ポートと排出ポートの圧力差と、に基づいた最適の作動油量を第一油圧ポンプ 1 0 から吐出させることが可能となる。これにより、通常運転時にはリリース弁 2 2 から第一油圧ポンプ 1 0 の作動油を排出することがなくなり、エネルギー効率の向上を図ることができる。

【 0 0 8 5 】

さらに、上記旋回体の旋回動作中に、第二リモコン弁 5 4 (図 4) によって油圧アクチュエータ 5 1 が上昇させられる場合は、旋回傾転指令は、油圧モータ 2 を駆動するのに最適な作動油量を吐出するように低く制御されているため、上記最大値選択 7 5 でブーム上昇指令 (第二リモコン弁 5 4 の上昇側制御圧) が選択される。そして、その信号が制御ゲイン 7 6 を介して傾転指令として第一油圧ポンプ 1 0 の電磁比例減圧弁 4 1 に出力されて、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角が制御される。これにより、第一油圧ポンプ 1 0 からブーム上昇指令に応じた作動油が吐出され、合流弁 5 5 を介して油圧アクチュエータ 5 1 に供給される。

【 0 0 8 6 】

この場合、第一油圧ポンプ 1 0 の作動油を第二油圧ポンプ 5 2 の作動油に合流させて油圧アクチュエータ 5 1 を大きな駆動力で駆動することができる状態を保ちつつ、電動機 3 と協働して駆動する油圧モータ 2 に第一リモコン弁 5 の操作量に適した量の作動油を、第一コントロール弁 1 4 の開度制御を行うことにより供給することができる。これにより、油圧アクチュエータ 5 1 によるブームの駆動と、油圧モータ 2 及び電動機 3 による旋回体

10

20

30

40

50

の駆動とを効率良く行うことができる。

【 0 0 8 7 】

なお、ブームを上昇させずに、旋回体の旋回のみを実施する場合は、第一コントロール弁 1 4 の開度は、開度制御を実施せずに、圧力損失が最小となるように最大開度に設定し、第一油圧ポンプ 1 0 は、傾転制御を実施するようにしてもよい。このように第一コントロール弁 1 4 の開度制御を切り換えることで、よりエネルギー損失の少ない運転をすることができる。

【 0 0 8 8 】

次に、図 6 に基づいて、第 2 実施形態に係る作業機械の駆動制御装置 8 0 による駆動制御方法を説明する。この駆動制御装置 8 0 は、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転指令を第二油圧ポンプ 5 2 の実吐出圧力で補償するようにした例である。図 1 及び図 4 , 5 と同一の構成には同一符号を付して説明する。

10

【 0 0 8 9 】

図示するように、この実施形態では上記第一リモコン弁 5 の圧力センサ 6 で検出された左右ポートの差圧に基づく速度指令に対して、電動機 3 の回転数センサ 2 4 からの実回転数信号が速度フィードバックとして入力される。そして、その信号に対して速度制御 7 0 を行い、速度指令に対する速度フィードバック制御が行われる。その後、その信号から電動機 3 で出力可能なトルク（合流補償前）を除くことで、油圧モータトルク指令（合流補償前）が作成される。

【 0 0 9 0 】

20

そして、この油圧モータトルク指令（合流補償前）に対し、第二油圧ポンプ 5 2 の実吐出圧力が第二油圧ポンプ圧力フィードバック 8 1 としてフィードバック制御される。これにより、油圧モータトルク指令（合流補償前）を第二油圧ポンプ 5 2 の実吐出圧力まで上昇させる合流補償が行われる（合流補償が 0 以下の場合は、合流補償リミッタ 8 2 でカットする）。これにより、油圧モータトルク指令（合流補償後）が生成され、この油圧モータトルク指令（合流補償後）から制御ゲインを介して差圧指令が生成される。

【 0 0 9 1 】

その後、この差圧指令に対し、圧力センサ 2 5 , 2 6 の作動油圧力差に基づく差圧信号が制御ゲイン 7 1 を介して差圧フィードバックとして入力される。そして、差圧偏差（差圧指令と差圧フィードバックの差）に対して圧力制御 7 4 が行われた後、上記電動機 3 に設けられた回転数センサ 2 4 の信号から得られる油圧モータ 2 の実回転数に基づいて制御ゲイン 7 7 により計算された必要ポンプ油量が、上記圧力制御 7 4 を行った後の旋回傾転指令に加えられて流量補償がなされる。これにより、最新の実回転数に則した旋回傾転指令が、最終的な指令として出力される。

30

【 0 0 9 2 】

また、この実施形態でも、流量補償した旋回傾転指令と上記差圧偏差との間に、旋回傾転指令の変化分をフィードバックするマイナーループ 7 9 を設けて昇圧補償をしている。

【 0 0 9 3 】

そして、この旋回傾転指令が最大値選択 7 5 に入力され、第二リモコン弁 5 4 からのブーム上昇指令（油圧アクチュエータ 5 1 の上昇指令）と比較される。この最大値選択 7 5 に入力される旋回傾転指令は、上記第二油圧ポンプ 5 2 の実吐出圧力で補償された旋回傾転指令であり、上記第二リモコン弁 5 4 からのブーム上昇指令（第二油圧ポンプ 5 2 の傾転指令）と比較されて、合流補償後の指令が第二リモコン弁 5 4 のブーム上昇指令よりも高い場合には、合流補償後の旋回傾転指令が選択され、低い場合には第二リモコン弁 5 4 のブーム上昇指令が選択されて、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転角が制御される。また、第二油圧ポンプ 5 2 の傾転角は、第二リモコン弁 5 4 からのブーム上昇指令により制御される。

40

【 0 0 9 4 】

このように制御すれば、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転指令を第二油圧ポンプ 5 2 の吐出圧力で補正して、第一油圧ポンプ 1 0 の傾転指令を第二油圧ポンプ 5 2 の実吐出圧力に則し

50

て正確にフィードバック制御することができる。

【 0 0 9 5 】

一方、この実施形態では、上記合流補償後の差圧指令に油圧モータ2の背圧側に設けられた圧力センサ26（図では右側）からのモータ背圧フィードバックを行い、そのモータ背圧フィードバック信号と差圧指令を加えた信号を油圧モータ2の上流側の電磁リリーフ弁15のリリーフ圧力指令としている。このようにすることで、電磁リリーフ弁15の制御圧力が系に必要な圧力より小さく設定されることはない。また、上記合流補償後の差圧指令を用いることで、第二リモコン弁54の上昇指令が合流補償後の旋回傾転指令よりも高く、第二リモコン弁54のブーム上昇指令が選択されて第一油圧ポンプ10の傾転角が制御されても、第一油圧ポンプ10から吐出される作動油が油圧モータ回路11の電磁リリーフ弁15（16）からリリーフしないように、電磁リリーフ弁15（16）の設定値を調整することができる。これにより、油圧モータ回路11において、油圧アクチュエータ51を駆動するための作動油圧力を安定して保つことができる。

10

【 0 0 9 6 】

また、この実施形態では、蓄電器27に電動機3の運転が可能なエネルギーが蓄積されている場合は、上記速度制御70を行った旋回体を駆動するために必要な駆動トルク指令から上記合流補償を行った油圧モータトルク指令（合流補償後）を除いた不足分を補うように、蓄電器27の電圧検出33で検出された電圧などを基に電動機トルク算出34で電動機トルク指令が算出される。この電動機トルク指令によって、油圧モータ2の不足トルクを電動機3で補うように、電動機3が制御（図2）される。これにより、複数台の油圧ポンプ10、52で駆動する複数の構造体を備えた作業機械において、油圧モータ2の駆動トルクに応じて蓄積電気エネルギーを効率良く使用してエネルギー効率の良い運転ができる。その上、電動機3によるアシスト分、旋回作業時間を短縮することができ、ポンプ損失を低減することができる。

20

【 0 0 9 7 】

以上説明したように、上記駆動制御方法によれば、旋回体を駆動するために必要なトルクから電動機3の駆動トルクを除いた不足分を油圧モータ2の駆動トルクで補うように、この油圧モータ2の旋回動作に必要な油量だけを第一コントロール弁14の開度、または、第一油圧ポンプ10の傾転角を制御することで供給するので、油圧モータ2のトルク制御手段としてリリーフ弁を使用することなくエネルギー損失の低減を図ることができ、旋回体を駆動するためのエネルギー効率を向上させて燃費の改善を図ることが可能となる。

30

【 0 0 9 8 】

また、複数の油圧ポンプを備えた作業機械において、第一油圧ポンプ10から供給する作動油を第二油圧ポンプ52から供給する作動油に合流させた状態でも、第一リモコン弁5の操作量に応じた駆動トルクを得るように油圧モータ2の駆動に適した作動油量を第一油圧ポンプ10から油圧モータ2に供給することができる。しかも、電動機3と油圧モータ2とによる安定した旋回体（第一構造体）の駆動と、第一油圧ポンプ10の作動油を第二油圧ポンプ52の作動油に合流させた油圧アクチュエータ51によるブーム（第二構造体）の駆動とを、効率良く行うことが可能となる。

40

【 0 0 9 9 】

また、旋回体の慣性エネルギー（回転エネルギー）を、減速時に電動機3の回生作用によってほぼ全量を電気エネルギーとして効率良く回収して蓄電器27に蓄えて次の旋回体の加速時に使用するので、エネルギーの利用効率向上による作業機械の燃費改善とともに、温暖化ガスの排出も抑制することができる。

【 0 1 0 0 】

しかも、上述した実施形態では、蓄電器27の蓄積エネルギーを優先的に使用して電動機3を駆動し、不足分を油圧モータ2で補うので、迅速な加速と蓄積エネルギーの利用効率を向上させることが可能となる。

【 0 1 0 1 】

また、油圧モータ2のトルク配分は、第一油圧ポンプ10の傾転角制御及び第一コント

50

ロール弁 14 の開度制御によって調整することができるので、電動機 3 から油圧モータ 2 への切換えをショックレスで行うことができる。

【0102】

なお、上記実施形態では、蓄電器 27 の蓄積エネルギーを優先的に使用して電動機 3 を駆動し、不足分のトルクを油圧モータ 2 で補う例を説明したが、蓄電器 27 の蓄積エネルギーが少ない場合は電動機 3 を使用することなく油圧モータ 2 のみによって旋回体を回転駆動するようにしてもよい。必ずしも、電動機 3 を優先的に使用して不足分を油圧モータ 2 で補う構成に限定されるものではない。

【0103】

また、上記実施形態では、作業機械の構造体として油圧ショベルの上部旋回体とブームを例に説明したが、クレーンの旋回体、ホイールローダの走行体等、他の作業機械における構造体にも適用することができ、上述した実施形態に限定されるものではない。

【0104】

さらに、上述した実施形態は一例を示しており、本発明の要旨を損なわない範囲での種々の変更は可能であり、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。

【産業上の利用可能性】

【0105】

本発明に係る作業機械の駆動制御方法は、油圧ショベルや油圧クレーン等の重機で、駆動系に油圧モータと電動機とを並設した作業機械において利用することができる。

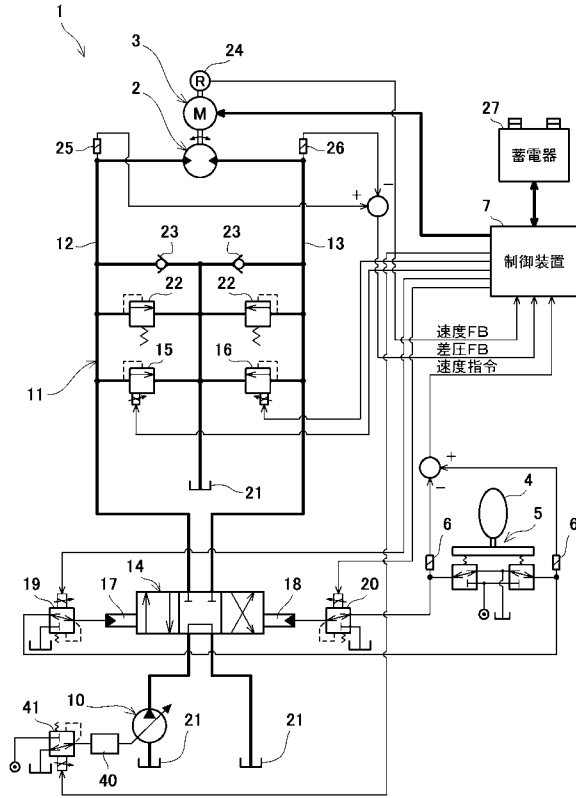
【符号の説明】

【0106】

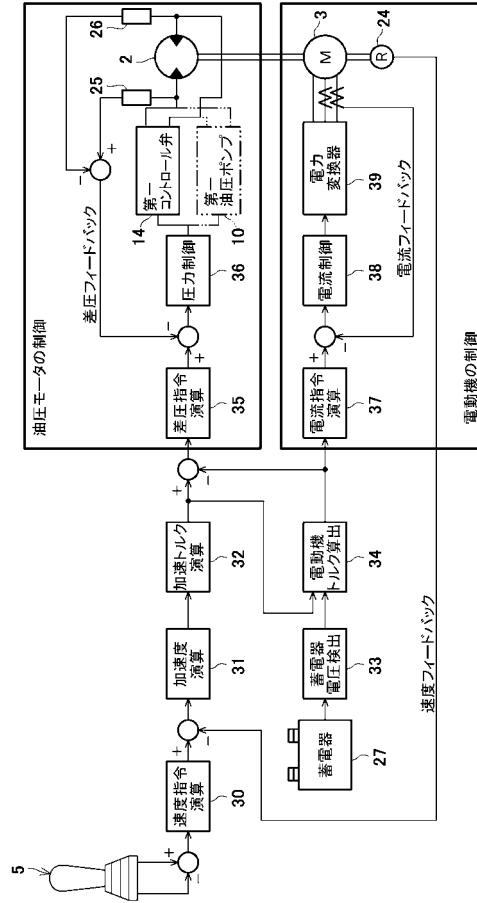
1	駆動制御装置	
2	油圧モータ（旋回油圧モータ）	
3	電動機	
4	傾倒ハンドル	
5	第一リモコン弁（旋回リモコン）	
6	圧力センサ	
7	制御装置	
10	第一油圧ポンプ	
11	油圧モータ回路	30
12, 13	油路	
14	第一コントロール弁	
15, 16	電磁リリーフ弁	
17, 18	パイロットポート	
19, 20	電磁比例減圧弁	
21	タンク	
22	リリーフ弁	
23	チェック弁	
24	回転数センサ	
25, 26	圧力センサ	40
27	蓄電器	
30	速度指令演算	
31	加速度演算	
32	加速トルク演算	
33	蓄電器電圧検出	
34	電動機トルク算出	
35	差圧指令演算	
36	圧力制御	
37	電流指令演算	
38	電流制御	50

3 9	電力変換器	
4 0	傾転角調整ポート	
4 1	電磁比例減圧弁	
4 2	傾転角調整ポート	
4 3	電磁比例減圧弁	
5 0	駆動制御装置	
5 1	油圧アクチュエータ (ブームシリンダ)	
5 2	第二油圧ポンプ	
5 3	第二コントロール弁	
5 4	第二リモコン弁 (ブームリモコン)	10
5 5	合流弁	
5 6	パイロットポート	
5 7	高圧選択部	
5 8	高圧選択部	
5 9	合流路	
6 0	逆止弁	
6 1	ロッド	
7 0	速度制御	
7 1	制御ゲイン (差圧フィードバック)	
7 2	圧力制御	20
7 3	制御ゲイン (開度指令)	
7 4	圧力制御	
7 5	最大値選択	
7 6	制御ゲイン (傾転指令)	
7 7	制御ゲイン (流量補償)	
7 8 , 7 9	マイナーループ	
8 0	駆動制御装置	
8 1	第二油圧ポンプ圧力フィードバック	
8 2	合流補償リミッタ	
1 0 0	油圧ショベル	30
1 0 1	下部走行体	
1 0 2	上部旋回体 (第一構造体)	
1 0 3	バケット	
1 0 4	アーム	
1 0 5	ブーム (第二構造体)	
1 0 6	ブームシリンダ	

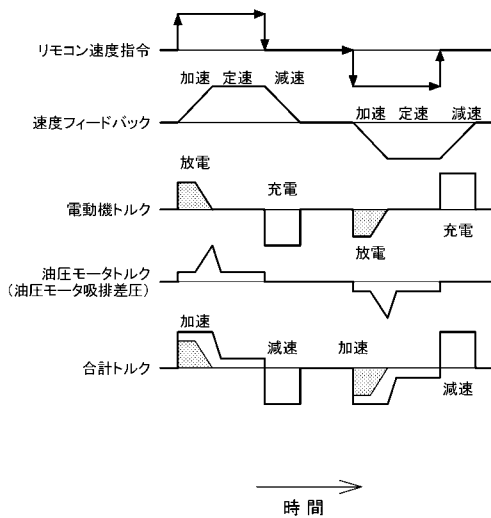
【図1】



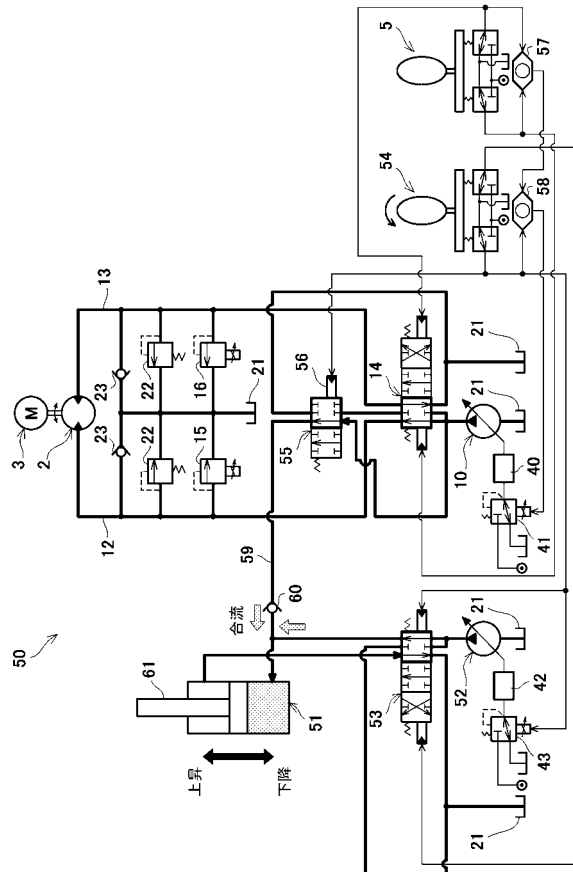
【図2】



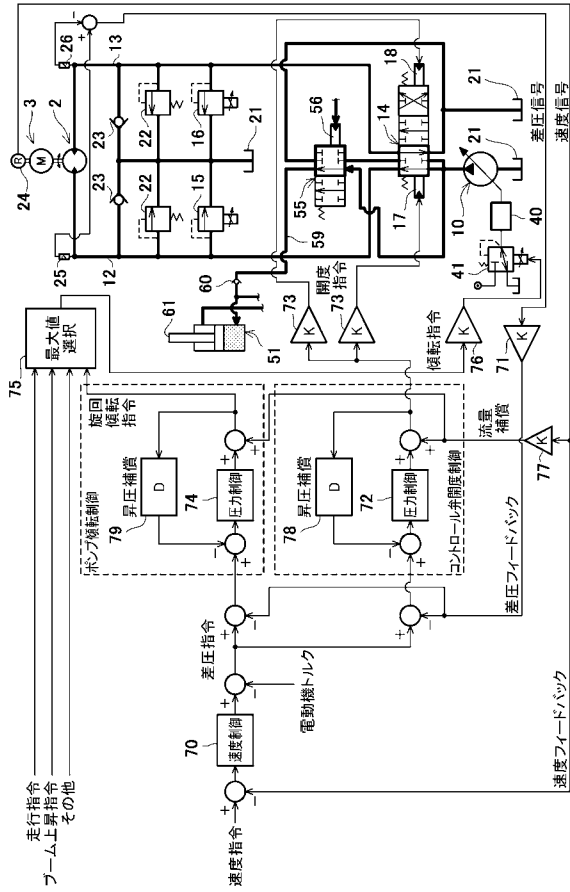
【図3】



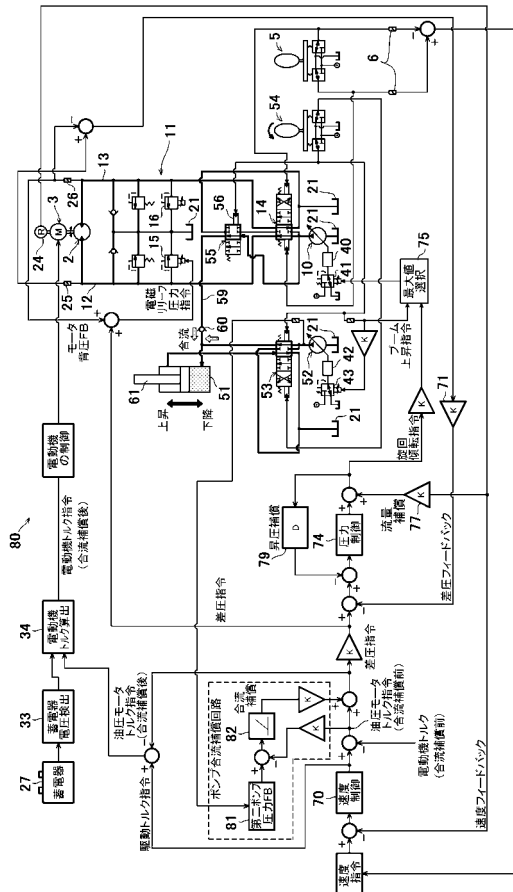
【図4】



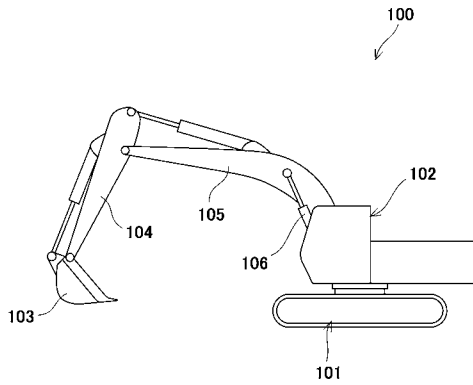
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 1 5 B 11/00 J

審査官 高 橋 祐介

(56)参考文献 特開平09 - 195322 (JP, A)
特開2008 - 063888 (JP, A)
特開2003 - 065301 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E 0 2 F 9 / 2 2
E 0 2 F 9 / 2 0
F 1 5 B 1 1 / 0 4
F 1 5 B 1 1 / 0 8
F 1 5 B 2 1 / 1 4