

(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
2015 年 12 月 17 日(17.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/190307 A1

- (51) 国際特許分類:
B66F 9/22 (2006.01) *F15B 21/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065442
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-121283 2014 年 6 月 12 日(12.06.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 宇野 峰志(UNO Takashi); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 横町 尚也(YOKOMACHI Naoya); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 松尾力(MATSUO Tsutomu); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 上田 祐規(UEDA Yuki); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番

1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

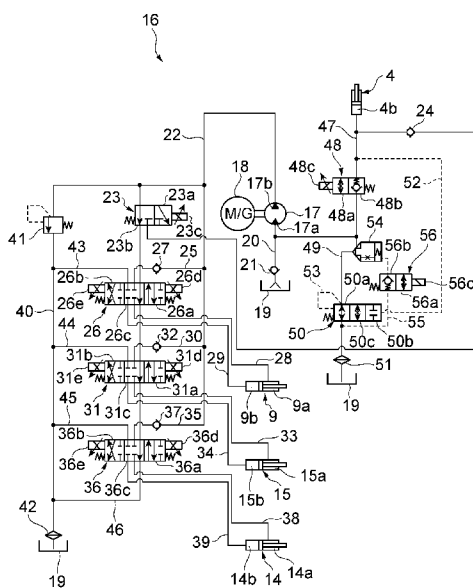
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HYDRAULIC DRIVE DEVICE FOR CARGO VEHICLE

(54) 発明の名称: 荷役車両の油圧駆動装置



(57) Abstract: This hydraulic drive device (16) is provided with: a hydraulic line (47) that connects an intake port (17a) of a hydraulic pump motor (17) and a bottom chamber (4b) of a lift cylinder (4); and a hydraulic line (49) that connects the hydraulic line (47) and a tank (19). The hydraulic line (49) is provided with a flow rate control valve (50) for controlling the flow rate of hydraulic oil in the direction of return to the tank (19) from the lift cylinder (4). To the upstream side from the flow rate control valve (50), the hydraulic line (49) is provided with a pilot check valve (54) through which the hydraulic oil passes exclusively in the direction of return to the tank (19). The pilot check valve (54) and the hydraulic line (49) to the downstream side from the flow rate control valve (50) are connected through a pilot passage (55). A pilot electromagnetic changeover valve (56) is provided on the pilot passage (55).

(57) 要約: 油圧駆動装置 (16) は、油圧ポンプモータ (17) の吸込口 (17a) とリフトシリンダ (4) のボトム室 (4b) とを接続する油圧配管 (47) と、油圧配管 (47) とタンク (19) とを接続する油圧配管 (49) とを備えている。油圧配管 (49) には、リフトシリンダ (4) からタンク (19) に戻る作動油の流量を制御する流量制御弁 (50) が配設されている。油圧配管 (49) における流量制御弁 (50) の上流側には、タンク (19) に戻る方向にのみ作動油を通過させるパイロットチェック弁 (54) が配設されている。パイロットチェック弁 (54) と油圧配管 (49) における流量制御弁 (50) の下流側とは、パイロット流路 (55) を介して接続されている。パイロット流路 (55) 上には、パイロット用電磁切換弁 (56) が配設されている。

WO 2015/190307 A1

明 細 書

発明の名称：荷役車両の油圧駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、荷役車両の油圧駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 荷役車両の一つであるバッテリー式のフォークリフトは、例えば、フォークを昇降させるリフトシリンダと、マストを傾動させるティルトシリンダと、リフトシリンダ及びティルトシリンダに作動油を供給する油圧ポンプと、油圧ポンプを駆動する電動機とを備えている。このようなフォークリフトでは、次のような荷役回生が実施される場合がある。荷物が搭載されたフォークが下降する際に、荷物の重さを利用することにより、作動油がリフトシリンダから油圧ポンプに戻す。これにより、油圧ポンプが電動機を駆動し、電動機が発電する。

[0003] 荷役回生動作が行われる従来技術として、例えば特許文献1に記載されている油圧リフト装置が知られている。特許文献1に記載の油圧リフト装置は、制御弁アセンブリ、油圧パイロット切換弁、及び電磁切換弁を備えている。制御弁アセンブリは、リフトシリンダのボトム室と油圧ポンプとの間に配設されている。油圧パイロット切換弁と電磁切換弁とは、制御弁アセンブリと油圧ポンプとの間に油圧ポンプ側に向かって直列に配設されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許5 6 4 9 4 2 2号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記従来技術においては、フォーク（昇降物）の積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）でフォークが下降すると、荷役回生が行われない。リフトシリンダからの作動油は、油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁を通してタンク

に戻る。油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁が直列に配置されているため、作動油が油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁を流れる際の圧力損失が大きい。近年における装置の小型化の要求に伴い、油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁が小型化されている場合には、油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁の流路面積（流路径）が小さくならざるを得ない。この場合、圧力損失の問題がより顕著となる。作動油が油圧パイロット切換弁及び電磁切換弁を流れる際の圧力損失が大きいと、軽負荷状態においてフォークが下降するときに、タンクに戻る作動油の流量が減少する。このため、フォークの下降速度が低下する。

[0006] 本技術分野では、軽負荷時における昇降物の下降速度を速くすることができる荷役車両の油圧駆動装置が望まれている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様は、作動油の給排により昇降物を昇降させる油圧シリンダを有する荷役車両の油圧駆動装置であって、作動油を貯留するタンクと、作動油をタンクから吸い込んで油圧シリンダに供給する油圧ポンプと、油圧ポンプの吸込口と油圧シリンダのボトム室とを接続し、油圧シリンダからの作動油を油圧ポンプに送るための第1作動油流路と、第1作動油流路とタンクとを接続し、油圧シリンダからの作動油をタンクに戻すための第2作動油流路と、第2作動油流路上に配設され、油圧シリンダからタンクに戻る作動油の流量を制御する流量制御弁と、第2作動油流路上における流量制御弁の上流側に配設され、タンクに戻る方向にのみ作動油を通過させるパイロットチェック弁と、第2作動油流路における流量制御弁の下流側とパイロットチェック弁とを接続するパイロット流路と、パイロット流路上に配設された開閉弁と、を備えている。

[0008] この荷役車両の油圧駆動装置においては、昇降物の積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）で昇降物が下降すると、油圧シリンダからの作動油が第2作動油流路を通過してタンクに戻る。第2作動油流路上には、油圧シリンダからタンクに戻る作動油の流量を制御する流量制御弁と、タンクに戻る方向にの

み作動油を通過させるパイロットチェック弁と、が配設されている。このため、油圧シリンダからの作動油は、パイロットチェック弁及び流量制御弁を通過してタンクに戻る。パイロットチェック弁の開度は、第2作動油流路におけるパイロットチェック弁の上流側の圧力とパイロット流路の圧力との差圧によって決まる。当該差圧が大きくなるほど、パイロットチェック弁の開度が大きくなる。パイロットチェック弁は、第2作動油流路上における流量制御弁の上流側に配設されているため、第2作動油流路におけるパイロットチェック弁の上流側の圧力は、流量制御弁によって損失することは無い。パイロット流路は、第2作動油流路における流量制御弁の下流側とパイロットチェック弁とを接続している。軽負荷状態で昇降物が下降するときは、パイロット流路上に配設された開閉弁が開弁する。このとき、パイロット流路の圧力は、十分低い圧力（例えばタンク圧）となる。従って、第2作動油流路におけるパイロットチェック弁の上流側の圧力とパイロット流路の圧力との差圧が大きくなる。このため、パイロットチェック弁の開度が大きくなり、タンクに戻る作動油の流量が多くなる。これにより、軽負荷時における昇降物の下降速度を速くすることができる。

[0009] 本発明の上記一態様では、流量制御弁は、パイロット圧に応じた開度で開くパイロット式流量制御弁であってもよい。この場合には、安価な流量制御弁を使用することができる。

[0010] 本発明の上記一態様では、流量制御弁は、制御信号に応じた開度で開く電磁比例式流量制御弁であってもよい。この場合には、流量制御弁を通過する作動油の流量を円滑に制御可能となるため、昇降物の下降動作（下降速度）を円滑に制御することができる。

[0011] 本発明の上記一態様では、油圧ポンプに連結されている電動モータと、電動モータの実回転数を検出する回転数センサと、リフト操作レバーの操作量を検出する第1操作量センサと、リフト操作レバー以外の手動操作部材の操作量を検出する第2操作量センサと、第1操作量センサ、第2操作量センサ、及び回転数センサからの出力が接続されていると共に開閉弁を操作するよ

うに構成されているコントローラと、を更に備え、コントローラは、第1操作量センサ及び第2操作量センサからの出力に基づいて、リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたか否かを判定し、リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたと判定した場合、モータ指令回転数を設定すると共に、モータ指令回転数と回転数センサにより検出された実回転数との差に基づいて開閉弁を操作してもよい。

[0012] 本発明の上記一態様では、コントローラは、リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたと判定した場合、モータ指令回転数と実回転数との差が開操作閾値以上であるときに、開閉弁を開位置に切り換え、モータ指令回転数と実回転数との差が開操作閾値以上であるときに、開閉弁を開位置に切り換え、モータ指令回転数と実回転数との差が開操作閾値よりも小さいときに、開閉弁を閉位置に切り換えるように、開閉弁を操作してもよい。

[0013] 本発明の上記一態様では、コントローラは、リフト操作レバーの下降操作が単独で行われていないと判定した場合、開閉弁を開位置に切り換えるように開閉弁を操作してもよい。

発明の効果

[0014] 本発明の一態様によれば、軽負荷時における昇降物の下降速度を速くすることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、第1実施形態に係る油圧駆動装置を備えた荷役車両を示す側面図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る油圧駆動装置を示す油圧回路図である。

[図3]図3は、図2に示されたパイロットチェック弁の構成を示す模式図である。

[図4]図4は、図2に示された油圧駆動装置の制御系を示す構成図である。

[図5]図5は、図4に示されたコントローラにより実行される制御処理手順を示すフローチャートである。

[図6]図6は、図4に示されたコントローラにおいて、リフト下降操作時に使

用される制御項目の一覧を示す表である。

[図7]図7は、図5に示されたパイロット用電磁切換弁の制御処理手順を示すフローチャートである。

[図8]図8は、図5に示されたモータトルク出力処理手順を示すブロック図である。

[図9]図9は、積荷荷重が大きい状態（重負荷状態）において、リフト下降単独操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。

[図10]図10は、積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）において、リフト下降単独操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。

[図11]図11は、積荷荷重が大きい状態（重負荷状態）において、リフト下降とティルトとの同時操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。

[図12]図12は、積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）において、リフト下降とティルトとの同時操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。

[図13]図13は、第2実施形態に係る油圧駆動装置の制御系を示す構成図である。

[図14]図14は、図13に示されたコントローラにおいて、リフト下降操作時に使用される制御項目の一覧を示す表である。

[図15]図15は、図13に示されたコントローラにより実行される力行トルク制限値設定処理手順を示すフローチャートである。

[図16]図16は、図15に示された力行トルク制限値設定処理手順が実行されたときの電動モータの回転数及び力行トルク制限値のタイムチャートを示す図である。

[図17]図17は、図15に示された力行トルク制限値設定処理手順の変形例を示すフローチャートである。

[図18]図18は、図17に示された力行トルク制限値設定処理手順が実行されたときの電動モータの回転数及び力行トルク制限値のタイムチャートを示す図である。

す図である。

[図19]図 19 は、第 3 実施形態に係る油圧駆動装置において、コントローラの一部の構成を示すブロック図である。

[図20]図 20 は、図 19 に示つたコントローラにおいて、リフト下降操作時に使用される制御項目の一覧を示す表である。

[図21]図 21 は、図 19 に示されたトルク制限値設定部により力行トルク制限値が設定されたときの電動モータの回転数及び力行トルク制限値のタイムチャートを示す図である。

[図22]図 22 は、第 4 実施形態に係る油圧駆動装置を示す油圧回路図である。

[図23]図 23 は、図 22 に示されたコントローラにより実行される電磁比例弁の制御処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、図面において、同一または同等の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。

[0017] 図 1 は、第 1 実施形態に係る油圧駆動装置を備えた荷役車両を示す側面図である。同図において、本実施形態に係る荷役車両は、バッテリー式のフォークリフト 1 である。フォークリフト 1 は、車体フレーム 2 と、車体フレーム 2 の前部に配置されたマスト 3 と、を備えている。マスト 3 は、左右 1 対のアウトーマスト 3 a と、インナーマスト 3 b と、からなっている。各アウトーマスト 3 a は、車体フレーム 2 に傾動可能に支持されている。インナーマスト 3 b は、アウトーマスト 3 a の内側に配置され、アウトーマスト 3 a に対して昇降可能である。

[0018] マスト 3 の後側には、昇降用油圧シリンダとしてのリフトシリンダ 4 が配置されている。リフトシリンダ 4 のピストンロッド 4 p の先端部は、インナーマスト 3 b の上部に連結されている。

[0019] インナーマスト 3 b には、リフトブラケット 5 が昇降可能に支持されてい

る。リフトブラケット5には、荷物を積載するフォーク（昇降物）6が取り付けられている。インナーマスト3bの上部にはチェーンホイール7が設けられ、チェーンホイール7にはチェーン8が掛装されている。チェーン8の一端部はリフトシリンダ4に連結され、チェーン8の他端部はリフトブラケット5に連結されている。リフトシリンダ4を伸縮させると、チェーン8を介してフォーク6がリフトブラケット5と共に昇降する。

[0020] 車体フレーム2の左右両側には、傾動用油圧シリンダとしてのティルトシリンダ9がそれぞれ支持されている。ティルトシリンダ9のピストンロッド9pの先端部は、アウターマスト3aの高さ方向でのほぼ中央部に回動可能に連結されている。ティルトシリンダ9が伸縮すると、マスト3が傾動する。

[0021] 車体フレーム2の上部には、運転室10が設けられている。運転室10の前部には、リフトシリンダ4を作動させてフォーク6を昇降させるためのリフト操作レバー11と、ティルトシリンダ9を作動させてマスト3を傾動させるためのティルト操作レバー12とが設けられている。リフト操作レバー11及びティルト操作レバー12は、手動操作部材である。

[0022] 運転室10の前部には、操舵を行うためのステアリング機構13が設けられている。ステアリング機構13は、油圧式のパワーステアリング機構である。ステアリング機構13は、パワーステアリング（PS）用油圧シリンダとしてのPSシリンダ14（図2参照）により、運転者の操舵をアシストすることが可能である。

[0023] フォークリフト1は、アタッチメント（図示せず）を動作させるアタッチメント用油圧シリンダとしてのアタッチメントシリンダ15（図2参照）を備えている。アタッチメントとしては、例えばフォーク6を左右移動、傾動、又は回転させる機構等がある。また、運転室10には、アタッチメントシリンダ15を作動させてアタッチメントを動作させるためのアタッチメント操作レバー（図示せず）が設けられている。アタッチメント操作レバーも、リフト操作レバー11及びティルト操作レバー12と同様に、手動操作部材

である。

[0024] 運転室 10 には、特に図示はしないが、フォークリフト 1 の走行方向（前進／後進／ニュートラル）を切り換えるためのディレクションスイッチが設けられている。

[0025] 図 2 は、第 1 実施形態に係る油圧駆動装置を示す油圧回路図である。同図において、本実施形態の油圧駆動装置 16 は、リフトシリンダ 4、ティルトシリンダ 9、アタッチメントシリンダ 15、及び P S シリンダ 14 を駆動する。

[0026] 油圧駆動装置 16 は、単一の油圧ポンプモータ 17 と、油圧ポンプモータ 17 を駆動する単一の電動モータ 18 と、を備えている。油圧ポンプモータ 17 は、作動油を吸い込むための吸込口 17 a と、作動油を吐出するための吐出口 17 b と、を有している。油圧ポンプモータ 17 は、一方向に回転可能な構成とされている。

[0027] 電動モータ 18 は、電動機及び発電機として機能する。具体的には、油圧ポンプモータ 17 が油圧ポンプとして作動する場合には、電動モータ 18 は電動機として機能し、油圧ポンプモータ 17 が油圧モータとして作動する場合には、電動モータ 18 は発電機として機能する。電動モータ 18 が発電機として機能すると、電動モータ 18 で発生した電力がバッテリー（図示せず）に蓄電される。つまり、回生動作が行われる。

[0028] 油圧ポンプモータ 17 の吸込口 17 a には、作動油を貯留するタンク 19 が油圧配管 20 を介して接続されている。油圧配管 20 には、逆止弁 21 が設けられている。逆止弁 21 は、タンク 19 から油圧ポンプモータ 17 への方向にのみ作動油を流通させる。

[0029] 油圧ポンプモータ 17 の吐出口 17 b とリフトシリンダ 4 のボトム室 4 b とは、油圧配管 22 を介して接続されている。油圧配管 22 には、リフト上昇用の電磁比例弁 23 が配設されている。電磁比例弁 23 は、開位置 23 a と閉位置 23 b との間で切り換えられる。開位置 23 a では、電磁比例弁 23 は、油圧ポンプモータ 17 からリフトシリンダ 4 のボトム室 4 b への作動

油の流通を許容する。閉位置 2 3 b では、電磁比例弁 2 3 は、油圧ポンプモータ 1 7 からリフトシリンダ 4 のボトム室 4 b への作動油の流通を遮断する。

[0030] 電磁比例弁 2 3 は、通常は閉位置 2 3 b（図示）にある。電磁比例弁 2 3 は、ソレノイド操作部 2 3 c に操作信号（リフト操作レバー 1 1 の上昇操作の操作量に応じたリフト上昇用ソレノイド電流指令値）が入力されると、開位置 2 3 a に切り換わる。すると、油圧ポンプモータ 1 7 からリフトシリンダ 4 のボトム室 4 b に作動油が供給され、リフトシリンダ 4 が伸長する。これにより、フォーク 6 が上昇する。電磁比例弁 2 3 は、開位置 2 3 a にあるときは、操作信号に応じた開度で開く。油圧配管 2 2 における電磁比例弁 2 3 とリフトシリンダ 4 との間には、逆止弁 2 4 が設けられている。逆止弁 2 4 は、電磁比例弁 2 3 からリフトシリンダ 4 への方向にのみ作動油を流通させる。

[0031] 油圧配管 2 2 における油圧ポンプモータ 1 7 と電磁比例弁 2 3 との分岐点には、油圧配管 2 5 を介してティルト用の電磁比例弁 2 6 が接続されている。油圧配管 2 5 には、逆止弁 2 7 が設けられている。逆止弁 2 7 は、油圧ポンプモータ 1 7 から電磁比例弁 2 6 への方向にのみ作動油を流通させる。

[0032] 電磁比例弁 2 6 とティルトシリンダ 9 のロッド室 9 a 及びボトム室 9 b とは、油圧配管 2 8, 2 9 を介してそれぞれ接続されている。電磁比例弁 2 6 は、開位置 2 6 a と、開位置 2 6 b と、閉位置 2 6 c と、の間で切り換えられる。開位置 2 6 a では、電磁比例弁 2 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 からティルトシリンダ 9 のロッド室 9 a への作動油の流通を許容する。開位置 2 6 b では、電磁比例弁 2 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 からティルトシリンダ 9 のボトム室 9 b への作動油の流通を許容する。閉位置 2 6 c では、電磁比例弁 2 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 からティルトシリンダ 9 への作動油の流通を遮断する。

[0033] 電磁比例弁 2 6 は、通常は閉位置 2 6 c（図示）にある。電磁比例弁 2 6 は、開位置 2 6 a 側のソレノイド操作部 2 6 d に操作信号（ティルト操作レ

バー 1 2 の後傾操作の操作量に応じたティルト用ソレノイド電流指令値) が入力されると、開位置 2 6 a に切り換わる。電磁比例弁 2 6 は、開位置 2 6 b 側のソレノイド操作部 2 6 e に操作信号 (ティルト操作レバー 1 2 の前傾操作の操作量に応じたティルト用ソレノイド電流指令値) が入力されると、開位置 2 6 b に切り換わる。電磁比例弁 2 6 が開位置 2 6 a に切り換わると、油圧ポンプモータ 1 7 からティルトシリンダ 9 のロッド室 9 a に作動油が供給され、ティルトシリンダ 9 が収縮する。これにより、マスト 3 が後傾する。電磁比例弁 2 6 が開位置 2 6 b に切り換わると、油圧ポンプモータ 1 7 からティルトシリンダ 9 のボトム室 9 b に作動油が供給され、ティルトシリンダ 9 が伸長する。これにより、マスト 3 が前傾する。電磁比例弁 2 6 は、開位置 2 6 a, 2 6 b にあるときは、操作信号に応じた開度で開く。

[0034] 油圧配管 2 5 における逆止弁 2 7 の上流側には、油圧配管 3 0 を介してアタッチメント用の電磁比例弁 3 1 が接続されている。油圧配管 3 0 には、逆止弁 3 2 が設けられている。逆止弁 3 2 は、油圧ポンプモータ 1 7 から電磁比例弁 3 1 への方向にのみ作動油を流通させる。

[0035] 電磁比例弁 3 1 とアタッチメントシリンダ 1 5 のロッド室 1 5 a 及びボトム室 1 5 b とは、油圧配管 3 3, 3 4 を介してそれぞれ接続されている。電磁比例弁 3 1 は、開位置 3 1 a と、開位置 3 1 b と、閉位置 3 1 c と、の間で切り換えられる。開位置 3 1 a では、電磁比例弁 3 1 は、油圧ポンプモータ 1 7 からアタッチメントシリンダ 1 5 のロッド室 1 5 a への作動油の流通を許容する。開位置 3 1 b では、電磁比例弁 3 1 は、油圧ポンプモータ 1 7 からアタッチメントシリンダ 1 5 のボトム室 1 5 b への作動油の流通を許容する。閉位置 3 1 c では、電磁比例弁 3 1 は、油圧ポンプモータ 1 7 からアタッチメントシリンダ 1 5 への作動油の流通を遮断する。

[0036] 電磁比例弁 3 1 は、通常は閉位置 3 1 c (図示) にある。電磁比例弁 3 1 は、開位置 3 1 a 側のソレノイド操作部 3 1 d に操作信号 (アタッチメント操作レバーの一方側操作の操作量に応じたアタッチメント用ソレノイド電流指令値) が入力されると、開位置 3 1 a に切り換わる。電磁比例弁 3 1 は、

開位置 3 1 b 側のソレノイド操作部 3 1 e に操作信号（アタッチメント操作レバーの他方側操作の操作量に応じたアタッチメント用ソレノイド電流指令値）が入力されると、開位置 3 1 b に切り換わる。アタッチメントシリンダ 1 5 の動作については、説明を省略する。電磁比例弁 3 1 は、開位置 3 1 a , 3 1 b にあるときは、操作信号に応じた開度で開く。

[0037] 油圧配管 3 0 における逆止弁 3 2 の上流側には、油圧配管 3 5 を介して P S 用の電磁比例弁 3 6 が接続されている。油圧配管 3 5 には、逆止弁 3 7 が設けられている。逆止弁 3 7 は、油圧ポンプモータ 1 7 から電磁比例弁 3 6 への方向にのみ作動油を流通させる。

[0038] 電磁比例弁 3 6 と P S シリンダ 1 4 のロッド室 1 4 a 及びボトム室 1 4 b とは、油圧配管 3 8 , 3 9 を介してそれぞれ接続されている。電磁比例弁 3 6 は、開位置 3 6 a と、開位置 3 6 b と、閉位置 3 6 c と、の間で切り換えられる。開位置 3 6 a では、電磁比例弁 3 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 から P S シリンダ 1 4 のロッド室 1 4 a への作動油の流通を許容する。開位置 3 6 b では、電磁比例弁 3 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 から P S シリンダ 1 4 のボトム室 1 4 b への作動油の流通を許容する。閉位置 3 6 c では、電磁比例弁 3 6 は、油圧ポンプモータ 1 7 から P S シリンダ 1 4 への作動油の流通を遮断する。

[0039] 電磁比例弁 3 6 は、通常は閉位置 3 6 c（図示）にある。電磁比例弁 3 6 は、開位置 3 6 a 側のソレノイド操作部 3 6 d に操作信号（ステアリング機構 1 3 の左右一方側操作の操作速度に応じた P S 用ソレノイド電流指令値）が入力されると、開位置 3 6 a に切り換わる。電磁比例弁 3 6 は、開位置 3 6 b 側のソレノイド操作部 3 6 e に操作信号（ステアリング機構 1 3 の左右他方側操作の操作速度に応じた P S 用ソレノイド電流指令値）が入力されると、開位置 3 6 b に切り換わる。P S シリンダ 1 4 の動作については、説明を省略する。電磁比例弁 3 6 は、開位置 3 6 a , 3 6 b にあるときは、操作信号に応じた開度で開く。

[0040] 油圧配管 2 2 における油圧ポンプモータ 1 7 と電磁比例弁 2 3 との分岐点

は、油圧配管４０を介してタンク１９と接続されている。油圧配管４０には、アンロード弁４１及びフィルタ４２が設けられている。油圧配管４０と電磁比例弁２６，３１，３６とは、油圧配管４３～４５を介して接続されている。電磁比例弁２３，２６，３１，３６は、油圧配管４６を介して油圧配管４０と接続されている。

[0041] 油圧ポンプモータ１７の吸込口１７ａとリフトシリンダ４のボトム室４ｂとは、油圧配管４７を介して接続されている。油圧配管４７は、リフトシリンダ４からの作動油を油圧ポンプモータ１７に送るための第１作動油流路を構成している。

[0042] 油圧配管４７には、リフト下降用の電磁比例弁４８が配設されている。電磁比例弁４８は、開位置４８ａと閉位置４８ｂとの間で切り換えられる。開位置４８ａでは、電磁比例弁４８は、リフトシリンダ４のボトム室４ｂから油圧ポンプモータ１７の吸込口１７ａへの作動油の流通を許容する。閉位置４８ｂでは、電磁比例弁４８は、リフトシリンダ４のボトム室４ｂから油圧ポンプモータ１７の吸込口１７ａへの作動油の流通を遮断する。油圧配管４７に配設されるリフト下降用の制御弁は、電磁比例弁４８に限られない。リフト下降用の制御弁は、手動式比例弁、機械式比例弁、又は油圧式比例弁などであってもよい。

[0043] 電磁比例弁４８は、通常は閉位置４８ｂ（図示）にある。電磁比例弁４８は、ソレノイド操作部４８ｃに操作信号（リフト操作レバー１１の下降操作の操作量に応じたリフト下降用ソレノイド電流指令値）が入力されると、開位置４８ａに切り換わる。すると、フォーク６の自重によりフォーク６が下降し、フォーク６が下降に伴ってリフトシリンダ４が収縮する。これにより、リフトシリンダ４のボトム室４ｂから作動油が流れ出る。電磁比例弁４８は、開位置４８ａにあるときは、操作信号に応じた開度で開く。

[0044] 油圧配管４７における油圧ポンプモータ１７と電磁比例弁４８との分岐点は、油圧配管４９を介してタンク１９と接続されている。油圧配管４９は、油圧配管４７とタンク１９とを接続している。油圧配管４９は、リフトシリ

ンダ４からの作動油をタンク１９に戻すためのバイパス作動油流路（第２作動油流路）を構成している。

[0045] 油圧配管４９には、流量制御弁５０が配設されている。流量制御弁５０は、リフトシリンダ４からタンク１９に戻る作動油の流量を制御する圧力補償機能を有している。流量制御弁５０は、パイロット圧に応じた開度で開くパイロット式流量制御弁である。油圧配管４９における流量制御弁５０とタンク１９との間には、フィルタ５１が設けられている。油圧配管４９に配設される開閉弁は、流量制御弁５０に限られない。開閉弁は、機械式切換弁、手動式切換弁、又は油圧式切換弁などであってもよい。

[0046] 流量制御弁５０は、開位置５０ａと、閉位置５０ｂと、絞り位置５０ｃと、の間で切り換えられる。開位置５０ａでは、流量制御弁５０は、作動油の流通を許容する。閉位置５０ｂでは、流量制御弁５０は、作動油の流通を遮断する。絞り位置５０ｃでは、流量制御弁５０は、作動油の流通量を調整する。流量制御弁５０の閉位置５０ｂ側のパイロット操作部と油圧配管４７における電磁比例弁４８の上流側とは、パイロット流路５２を介して接続されている。流量制御弁５０の開位置５０ａ側のパイロット操作部と油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側とは、パイロット流路５３を介して接続されている。

[0047] 流量制御弁５０は、油圧配管４７における電磁比例弁４８の上流側の圧力と油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側の圧力との圧力差（差圧）に応じた開度で開く。具体的には、流量制御弁５０は、通常は開位置５０ａ（図示）にある。油圧配管４７における電磁比例弁４８の上流側の圧力と油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側の圧力との差圧が大きくなるほど、流量制御弁５０の開度が小さくなる。

[0048] 油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側には、パイロットチェック弁５４が配設されている。パイロットチェック弁５４は、タンク１９に戻る方向にのみ作動油を通過させる。パイロットチェック弁５４と油圧配管４９における流量制御弁５０の下流側とは、パイロット流路５５を介して接続さ

れている。パイロット流路55上には、パイロット用電磁切換弁56が配設されている。パイロット用電磁切換弁56は、開位置56aと閉位置56bとで切り換えられる開閉弁である。パイロット用電磁切換弁56は、通常は閉位置56b（図示）にある。パイロット用電磁切換弁56は、ソレノイド操作部56cにON信号が入力されると、閉位置56bから開位置56aに切り換わる。

[0049] パイロットチェック弁54は、図3に示されるように、プランジャ57とバネ58とを有している。プランジャ57は、電磁比例弁48と流量制御弁50との間の流路を開閉する。バネ58は、電磁比例弁48と流量制御弁50との間の流路を閉じる方向にプランジャ57を付勢している。プランジャ57には、オリフィス57aが形成されている。オリフィス57aは、リフトシリンダ4からの作動油をパイロット流路55に供給する。

[0050] フォーク6の下降動作（リフト下降動作）が行われる場合、電磁比例弁48が閉位置48bから開位置48aに切り換えられると共に、パイロット用電磁切換弁56が閉位置56bから開位置56aに切り換えられる。すると、上述したように、フォーク6の自重によりフォーク6が下降し、リフトシリンダ4が収縮する。このとき、パイロット用電磁切換弁56が開いた直後は、リフトシリンダ4からの作動油がパイロットチェック弁54のオリフィス57a及びパイロット流路55を通してタンク19に戻る（矢印FA参照）。

[0051] オリフィス57aを通過する作動油の流量が増えると、オリフィス57aの上流側の圧力とオリフィス57aの下流側の圧力との圧力差（差圧）によってバネ58の付勢力に抗してプランジャ57が押し上げられる。これにより、電磁比例弁48と流量制御弁50との間の流路が開く。この結果、リフトシリンダ4からの作動油が、パイロットチェック弁54及び流量制御弁50を通過してタンク19に戻る（矢印FB参照）。

[0052] パイロットチェック弁54の開度は、オリフィス57aの上流側（油圧配管49におけるパイロットチェック弁54の上流側）の圧力とオリフィス5

7 aの下流側（パイロット流路55）の圧力との差圧、つまり流量制御弁50の上流側の圧力と流量制御弁50の下流側の圧力との差圧（流量制御弁50の前後差圧）によって決まる。言い換えると、パイロットチェック弁54を開弁させる差圧としては、流量制御弁50の前後差圧が用いられる。

[0053] 図4は、油圧駆動装置16の制御系を示す構成図である。同図において、油圧駆動装置16は、コントローラ60と、リフト操作レバー11の操作量を検出するリフト操作レバー操作量センサ61と、ティルト操作レバー12の操作量を検出するティルト操作レバー操作量センサ62と、アタッチメント操作レバー（図示せず）の操作量を検出するアタッチメント操作レバー操作量センサ63と、ステアリング機構13の操作速度を検出するステアリング操作速度センサ64と、電動モータ18の実回転数（モータ実回転数）を検出する回転数センサ65と、を備えている。

[0054] コントローラ60は、各操作レバー操作量センサ61～63、ステアリング操作速度センサ64及び回転数センサ65の検出値を入力し、所定の処理を行い、電動モータ18、電磁比例弁23, 26, 31, 36, 48及びパイロット用電磁切換弁56を制御する。すなわち、コントローラ60は、電動モータ18、各電磁比例弁23, 26, 31, 36, 48及びパイロット用電磁切換弁56を操作するように構成されている。コントローラ60は、油圧駆動装置16を統括的に制御する電子制御ユニットである。コントローラ60は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、及びRAM (Random Access Memory)などを備えており、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで各種の制御を行う。

[0055] 図5は、コントローラ60により実行される制御処理手順を示すフローチャートである。本制御処理では、フォーク6の下降（リフト下降）を含む動作のみを対象としている。本制御処理を実行する周期は、実験等により適宜決められている。

[0056] まず、コントローラ60は、操作レバー操作量センサ61～63により検

出されたリフト操作レバー 11、ティルト操作レバー 12 及びアタッチメント操作レバーの各操作量と、ステアリング操作速度センサ 64 により検出されたステアリング機構 13 の操作速度とを取得する（手順 S101）。

[0057] 続いて、コントローラ 60 は、手順 S101 で取得されたリフト操作レバー 11、ティルト操作レバー 12、アタッチメント操作レバーの各操作量及びステアリング機構 13 の操作速度に基づいて、操作条件としてのリフト下降モードを判定する（手順 S102）。リフト下降モードは、リフト下降単独操作、リフト下降＋ティルト操作、リフト下降＋アタッチメント操作、リフト下降＋パワーステアリング操作、及び、リフト下降＋ティルト＋パワーステアリング操作を含んでいる。

[0058] 続いて、コントローラ 60 は、手順 S101 で取得されたリフト操作レバー 11、ティルト操作レバー 12、アタッチメント操作レバーの各操作量及びステアリング機構 13 の操作速度と、手順 S102 で判定したリフト下降モードと、に応じた電磁比例弁ソレノイド電流指令値を求める（手順 S103）。電磁比例弁ソレノイド電流指令値は、リフト操作レバー 11 の下降操作の操作量に応じたリフト下降用ソレノイド電流指令値、ティルト操作レバー 12 の操作量に応じたティルト用ソレノイド電流指令値、アタッチメント操作レバーの操作量に応じたアタッチメント用ソレノイド電流指令値、及び、ステアリング機構 13 の操作速度に応じたパワーステアリング（PS）用ソレノイド電流指令値を含んでいる。

[0059] 続いて、コントローラ 60 は、手順 S102 で得た操作条件に対応するモータ必要回転数を求める（手順 S104）。モータ必要回転数は、リフト必要モータ回転数、ティルト必要モータ回転数、アタッチメント必要モータ回転数、及び、パワーステアリング（PS）必要モータ回転数を含んでいる。リフト必要モータ回転数は、リフト動作を行うのに必要な電動モータ 18 の回転数である。ティルト必要モータ回転数は、ティルト動作を行うのに必要な電動モータ 18 の回転数である。アタッチメント必要モータ回転数は、アタッチメント動作を行うのに必要な電動モータ 18 の回転数である。PS 必

要モータ回転数は、P S動作を行うのに必要な電動モータ18の回転数である。

[0060] 続いて、コントローラ60は、手順S102で判定したリフト下降モードと、手順S104で得たモータ必要回転数と、に基づいて、モータ回転数指令値（モータ指令回転数）を設定する（手順S105）。このとき、モータ指令回転数は、図6に示される通りである。具体的には、リフト下降単独操作の場合は、コントローラ60は、モータ指令回転数をリフト必要モータ回転数 N_{lift} とする。リフト下降+ティルト操作の場合は、コントローラ60は、モータ指令回転数をティルト必要モータ回転数 N_{tilt} とする。リフト下降+アタッチメント操作の場合は、コントローラ60は、モータ指令回転数をアタッチメント必要モータ回転数 N_{atmt} とする。リフト下降+パワーステアリング操作の場合は、コントローラ60は、モータ指令回転数をP S必要モータ回転数 N_{ps} とする。リフト下降+ティルト+パワーステアリング操作の場合は、コントローラ60は、モータ指令回転数をティルト必要モータ回転数 N_{tilt} とP S必要モータ回転数 N_{ps} との最大値とする。

[0061] 続いて、コントローラ60は、手順S102で判定したリフト下降モードに基づいて、電動モータ18の力行トルク制限値を設定する（手順S106）。力行トルク制限値は、許容する力行トルクの値である。図6に示されるように、リフト下降単独操作の場合は、コントローラ60は、力行トルク制限をONにする。このとき、力行トルク制限値は、例えば0Nm（0%）もしくはそれに近い値に設定される。リフト下降+ティルト操作、リフト下降+アタッチメント操作、リフト下降+パワーステアリング操作、又はリフト下降+ティルト+パワーステアリング操作の場合は、コントローラ60は、力行トルク制限をOFFにする。つまり、この場合、力行トルク制限値は、100%に設定される。

[0062] 続いて、コントローラ60は、手順S102で判定したリフト下降モードと、手順S105で設定したモータ指令回転数と、回転数センサ65により検出されたモータ実回転数と、に基づいて、パイロット用電磁切換弁56の

開閉（ON／OFF）動作を制御する（手順S107）。コントローラ60が行うパイロット用電磁切換弁56の制御処理手順の詳細を図7に示す。

[0063] 図7において、まず、コントローラ60は、リフト下降モードがリフト下降単独操作であるか否かを判断する（手順S111）。コントローラ60は、リフト下降モードがリフト下降単独操作であると判断したときは、回転数センサ65により検出されたモータ実回転数を取得する（手順S112）。

[0064] 続いて、コントローラ60は、手順S105（図4参照）で設定したモータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値N以上であるか否かを判断する（手順S113）。コントローラ60は、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値N以上であると判断したときは、パイロット用電磁切換弁56のソレノイド操作部56cにON信号を送出する。これにより、コントローラ60は、パイロット用電磁切換弁56を開位置56a（ON）にする（手順S114）。一定値Nは、開操作閾値である。コントローラ60は、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値N以上でないと判断したときは、パイロット用電磁切換弁56のソレノイド操作部56cにOFF信号を送出する。これにより、コントローラ60は、パイロット用電磁切換弁56を閉位置56b（OFF）にする（手順S115）。

[0065] コントローラ60は、手順S111でリフト下降モードがリフト下降単独操作でない、つまりリフト下降モードがリフト下降＋ティルト操作、リフト下降＋アタッチメント操作、リフト下降＋パワーステアリング操作、及びリフト下降＋ティルト＋パワーステアリング操作の何れかであると判断したときは、図6にも示されるように、パイロット用電磁切換弁56のソレノイド操作部56cにON信号を送出する。これにより、コントローラ60は、パイロット用電磁切換弁56をONにする（手順S114）。

[0066] 本処理では、コントローラ60は、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値N以上であるときは、パイロット用電磁切換弁56をONにし、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値N以上でないときは、パイロット用電磁切換弁56をOFFにするようにしたが、特にその態様に

は限られない。例えば、チャタリングを防止するために、コントローラ 60 は、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値 N_{on} 以上であるときは、パイロット用電磁切換弁 56 を ON にし、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値 N_{off} ($< N_{on}$) 以下であるときは、パイロット用電磁切換弁 56 を OFF にするようにしてもよい。一定値 N_{on} は、開操作閾値である。

[0067] 図 5 に戻り、手順 S 107 を実施した後、コントローラ 60 は、手順 S 103 で得た電磁比例弁ソレノイド電流指令値を、対応する電磁比例弁のソレノイド操作部に送出する（手順 S 108）。このとき、コントローラ 60 は、リフト下降用ソレノイド電流指令値を電磁比例弁 48 のソレノイド操作部 48c に送出する。コントローラ 60 は、ティルト用ソレノイド電流指令値を求めたときは、その電流指令値を電磁比例弁 26 のソレノイド操作部 26d, 26e の何れかに送出する。コントローラ 60 は、アタッチメント用ソレノイド電流指令値を求めたときは、その電流指令値を電磁比例弁 31 のソレノイド操作部 31d, 31e の何れかに送出する。コントローラ 60 は、PS 用ソレノイド電流指令値を求めたときは、その電流指令値を電磁比例弁 36 のソレノイド操作部 36d, 36e の何れかに送出する。

[0068] 続いて、コントローラ 60 は、手順 S 105 で設定されたモータ回転数指令値（モータ指令回転数）と、回転数センサ 65 により検出されたモータ実回転数と、手順 S 106 で設定した電動モータ 18 の力行トルク制限値と、に基づいて、電動モータ 18 の出力トルクを求める。コントローラ 60 は、求めた出力トルクを制御信号として電動モータ 18 に送出する（手順 S 109）。手順 S 109 の処理は、図 8 に示されるように、コントローラ 60 に含まれるモータトルク出力部 66 により実行される。

[0069] 図 8 に示されるように、モータトルク出力部 66 は、比較部 67 と、PID 演算部 68 と、出力トルク決定部 69 と、モータ制御部 70 と、を有している。比較部 67 は、上記手順 S 105 で設定したモータ指令回転数と回転数センサ 65 により検出されたモータ実回転数との回転数偏差を算出する。

P I D演算部 6 8 は、モータ指令回転数とモータ実回転数との回転数偏差の P I D演算を行い、当該回転数偏差がゼロになるような電動モータ 1 8 の力行トルク指令値を求める。P I D演算は、比例（Proportional）動作、積分（Integral）動作及び微分（Derivative）動作を組み合わせた演算である。

[0070] 出力トルク決定部 6 9 は、P I D演算部 6 8 で得られた力行トルク指令値と上記手順 S 1 0 6 で設定した電動モータ 1 8 の力行トルク制限値とを比較し、電動モータ 1 8 の出力トルクを決定する。具体的には、出力トルク決定部 6 9 は、力行トルク指令値が力行トルク制限値以下のときは、力行トルク指令値を電動モータ 1 8 の出力トルクとする。出力トルク決定部 6 9 は、力行トルク指令値が力行トルク制限値よりも高いときは、力行トルク制限値を電動モータ 1 8 の出力トルクとする。モータ制御部 7 0 は、出力トルク決定部 6 9 で決定された出力トルクを電流信号に変換して電動モータ 1 8 に送出する。

[0071] 以上において、本実施形態では、リフト操作レバー操作量センサ 6 1、ティルト操作レバー操作量センサ 6 2、アタッチメント操作レバー操作量センサ 6 3、ステアリング操作速度センサ 6 4、及びコントローラ 6 0 は、電動モータ 1 8 の指令回転数を設定する設定部と、リフト操作レバー 1 1（昇降操作部材）の下降操作が単独で行われたか否かと、リフト操作レバー 1 1 の下降操作を含む複数の手動操作部材の操作が同時に行われたか否かと、を判定する判定部と、を構成する。コントローラ 6 0 は、設定部により設定された指令回転数と回転数センサ 6 5 により検出された実回転数とに基づいて電動モータ 1 8 を制御する電動機制御部を構成する。

[0072] 本実施形態では、コントローラ 6 0 は、判定部によりリフト操作レバー 1 1 の下降操作が単独で行われたと判定された場合は、設定部により設定された電動モータ 1 8 の指令回転数と回転数センサ 6 5 により検出された電動モータ 1 8 の実回転数との差が所定値以上であるときに、パイロット用電磁切換弁 5 6 を開位置 5 6 a に切り換えるように制御し、判定部によりリフト操作レバー 1 1 の下降操作を含む複数の手動操作部材の操作が同時に行われた

と判定された場合は、パイロット用電磁切換弁 5 6 を無条件に開位置 5 6 a に切り換えるように制御する弁開閉制御部を構成する。

[0073] 本実施形態では、コントローラ 6 0 は、判定部によりリフト操作レバー 1 1 の下降操作が単独で行われたと判定された場合は、電動モータ 1 8 の力行トルクを制限し、判定部によりリフト操作レバー 1 1 の下降操作を含む複数の手動操作部材の操作が同時に行われたと判定された場合は、電動モータ 1 8 の力行トルクの制限を解除するトルク制限制御部を構成する。

[0074] 本実施形態では、図 5 に示される手順 S 1 0 1, 1 0 2 は、判定部の一部として機能する。手順 S 1 0 1, S 1 0 3 ~ S 1 0 5 は、設定部の一部として機能する。手順 S 1 0 6 は、トルク制限制御部として機能する。手順 S 1 0 7 は、弁開閉制御部として機能する。手順 S 1 0 9 は、電動機制御部として機能する。

[0075] 次に、本実施形態の油圧駆動装置 1 6 の動作を図 9 ~ 図 1 2 により説明する。図 9 は、フォーク 6 の積荷荷重が大きい状態（重負荷状態）において、リフト下降単独操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。

[0076] 図 9 において、時刻 t_1 では、リフト下降単独操作が開始されるため、電動モータ 1 8 の力行トルク制限が ON になる。また、リフト操作レバー 1 1 の操作量（実線 A 参照）に応じたリフト下降用ソレノイド電流指令値（破線 B 参照）が求められ、その電流指令値が電磁比例弁 4 8 に出力される。すると、電磁比例弁 4 8 が閉位置 4 8 b から開位置 4 8 a に切り換えられる。このとき、フォーク 6 の積荷荷重が大きいので、油圧配管 4 7 における電磁比例弁 4 8 の上流側の圧力と油圧配管 4 9 における流量制御弁 5 0 の上流側の圧力との差圧が大きくなり、流量制御弁 5 0 が開位置 5 0 a から閉位置 5 0 b 側に切り換えられる。そして、リフト下降用ソレノイド電流指令値に応じたリフト必要モータ回転数がモータ指令回転数（破線 C 参照）として求められ、そのモータ指令回転数が電動モータ 1 8 に出力される。

[0077] 時刻 t_2 では、モータ指令回転数とモータ実回転数（実線 C 参照）との差が一定値 N 以上になると、パイロット用電磁切換弁 5 6 が ON になる（実線

D参照)。このとき、油圧ポンプモータ17の吸込圧力によって油圧ポンプモータ17が回転させられるため、モータ実回転数がモータ指令回転数に近づく。

[0078] 時刻 t_3 では、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値 N より小さくなるため、パイロット用電磁切換弁56がOFFになる（実線D参照）。すると、タンク19に戻る作動油の流量（バイパス流量） Q_3 が0となり、リフトシリンダ4からの作動油の流量 Q_1 が全て油圧ポンプモータ17に供給される作動油の流量 Q_2 となる。従って、油圧ポンプモータ17が油圧モータとして作動しやすくなり、電動モータ18が発電機として機能する。これにより、上述した荷役回生を効率的に行うことができる。

[0079] 図10は、フォーク6の積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）において、リフト下降単独操作が行なわれる場合のタイミングチャートを示す図である。

[0080] 図10において、時刻 t_1 では、リフト下降単独操作が開始されるため、電動モータ18の力行トルク制限がONになる。また、リフト操作レバー11の操作量（実線A参照）に応じたリフト下降用ソレノイド電流指令値（破線B参照）が求められ、その電流指令値が電磁比例弁48に出力される。すると、電磁比例弁48が閉位置48bから開位置48aに切り換えられる。このとき、フォーク6の積荷荷重が小さいため、油圧配管47における電磁比例弁48の上流側の圧力と油圧配管49における流量制御弁50の上流側の圧力との差圧が小さく、流量制御弁50が開いている。そして、リフト下降用ソレノイド電流指令値に応じたリフト必要モータ回転数がモータ指令回転数（破線C参照）として求められ、そのモータ指令回転数が電動モータ18に出力される。

[0081] 時刻 t_2 では、モータ指令回転数とモータ実回転数（実線C参照）との差が一定値 N 以上になると、パイロット用電磁切換弁56がONになる（実線D参照）。このとき、油圧ポンプモータ17の吸込圧力が低いため、油圧ポンプモータ17は回転させられず、モータ実回転数がモータ指令回転数に到

達することは無い。このため、パイロット用電磁切換弁 56 は、ON の状態に維持される。

[0082] その状態で、タンク 19 に戻る作動油のバイパス流量 Q_3 が必要な量になるまで、流量制御弁 50 の開度が大きくなる。すると、リフトシリンダ 4 からの作動油の流量 Q_1 が必要な分だけ確保される。これにより、必要なリフト下降速度を確保することができる。また、電動モータ 18 が力行することは無いので、消費電力を低く抑えることができる。

[0083] 図 11 は、フォーク 6 の積荷荷重が大きい状態（重負荷状態）において、リフト下降とティルトとの同時操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。図 11 において、時刻 $t_1 \sim t_3$ での動作は、図 9 に示す動作と同様であるため、その説明を省略する。

[0084] 時刻 t_4 では、ティルト操作が開始されるため、電動モータ 18 の力行トルク制限が OFF になると共に、パイロット用電磁切換弁 56 が OFF から ON になる（実線 D 参照）。そして、ティルト操作レバー 12 の操作量（実線 E 参照）に応じたティルト用ソレノイド電流指令値が求められ、その電流指令値が電磁比例弁 26 に出力される。すると、電磁比例弁 26 が閉位置 26c から開位置 26a, 26b の何れかに切り換えられる。そして、ティルト用ソレノイド電流指令値に応じたティルト必要モータ回転数がモータ指令回転数（破線 C。参照）として求められ、そのモータ指令回転数が電動モータ 18 に出力される。

[0085] 電動モータ 18 の力行トルク制限は OFF であるため、モータ実回転数がモータ指令回転数に追従するようになる。積荷荷重によっては荷役回生を行うことが可能である。

[0086] モータ指令回転数がリフト必要モータ回転数からティルト必要モータ回転数に下がるため、モータ実回転数が低下する。モータ実回転数が低下すると、油圧ポンプモータ 17 に供給される作動油の流量 Q_2 が少なくなるため、流量制御弁 50 は、減少した流量 Q_2 を補える開度になるまで開く。従って、タンク 19 に戻る作動油のバイパス流量 Q_3 が増加するため、リフトシリ

シリンダ 4 からの作動油の流量 Q_1 がほぼ一定になる。これにより、リフト下降とティルトとの同時操作が行われても、リフト下降速度を一定に保つことができる。また、積荷の回生エネルギーを最大限利用して、リフト下降動作及びティルト動作を同時に行うことができる。

[0087] 図 12 は、フォーク 6 の積荷荷重が小さい状態（軽負荷状態）において、リフト下降とティルトとの同時操作が行われる場合のタイミングチャートを示す図である。図 12 において、時刻 t_1 、 t_2 での動作は、図 10 に示された動作と同様であるため、その説明を省略する。

[0088] 時刻 t_4 では、ティルト操作が開始されるため、電動モータ 18 の力行トルク制限が OFF になると共に、パイロット用電磁切換弁 56 が ON の状態に維持される（実線 D 参照）。そして、ティルト操作レバー 12 の操作量に応じたティルト用ソレノイド電流指令値が求められ、その電流指令値が電磁比例弁 26 に出力される。すると、電磁比例弁 26 が閉位置 26c から開位置 26a、26b の何れかに切り換えられる。そして、ティルト用ソレノイド電流指令値に応じたティルト必要モータ回転数がモータ指令回転数（破線 C。参照）として求められ、そのモータ指令回転数が電動モータ 18 に出力される。

[0089] 電動モータ 18 の力行トルク制限は OFF であるため、モータ実回転数がモータ指令回転数に追従する。積荷荷重によっては荷役回生を行うことが可能である。

[0090] 時刻 t_4 以前ではモータ実回転数がモータ指令回転数に到達していないため、モータ実回転数が上昇する（実線 C 参照）。モータ実回転数が上昇すると、油圧ポンプモータ 17 に供給される作動油の流量 Q_2 が増加するため、増加した流量 Q_2 分だけタンク 19 に戻る作動油のバイパス流量 Q_3 を減少させるように、流量制御弁 50 の開度が小さくなる。従って、リフトシリンダ 4 からの作動油の流量 Q_1 がほぼ一定になる。これにより、リフト下降とティルトとの同時操作が行われても、リフト下降速度を一定に保つことができる。

- [0091] リフト下降とアタッチメントとの同時操作、リフト下降とパワーステアリングとの同時操作が行われる場合の動作については、リフト下降とティルトとの同時操作が行われる場合の動作とほぼ同様である。同時操作とは、リフト操作レバーと、他の操作レバー又はステアリングホイールと、が同じタイミングで操作されたことに限られない。例えば、同時操作には、リフト操作レバーが操作されている状態で、他の操作レバー又はステアリングホイールが操作されることも含まれる。すなわち、同時操作には、リフト操作レバーの操作に基づいてリフトシリンダ４が動作している状態で、他の操作レバー又はステアリングホイールが操作されることも含まれる。
- [0092] 以上のように本実施形態では、油圧ポンプモータ１７とリフトシリンダ４とが油圧配管４７により接続され、油圧配管４７とタンク１９とが油圧配管４９により接続されている。油圧配管４９に流量制御弁５０が配設され、油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側にパイロットチェック弁５４が配設されている。パイロットチェック弁５４と油圧配管４９における流量制御弁５０の下流側とがパイロット流路５５により接続されている。パイロット流路５５上にパイロット用電磁切換弁５６が配設されている。
- [0093] パイロットチェック弁５４を開弁させる差圧（パイロットチェック弁５４の開弁差圧）は、流量制御弁５０の上流側の圧力と流量制御弁５０の下流側の圧力（タンク圧に相当）との差圧によって得られる。このため、油圧配管４９におけるパイロットチェック弁５４の上流側に流量制御弁５０が配設される構成に比べて、本実施形態では、流量制御弁５０による圧力損失が発生しない分だけパイロットチェック弁５４の開弁差圧が大きい。従って、パイロットチェック弁５４の開度が大きくなり、油圧配管４９を流れる作動油の圧力損失が低減される。これにより、軽負荷時においてリフト下降動作が行われる際に、タンク１９に戻る作動油の流量が多くなるため、リフト下降速度を速くすることができる。
- [0094] 本実施形態においては、重負荷状態のリフト下降単独動作時には、リフトシリンダ４からの作動油の流量全てが油圧ポンプモータ１７に送られるので

、荷役回生を高効率に行うことができる。軽負荷状態のリフト下降単独動作時には、リフトシリンダ４からの作動油の流量の大部分がタンク１９に戻るので、必要最小限の電力で必要なリフト下降速度を確保することができる。

[0095] リフト下降単独動作時には、リフト下降速度が低速の状態では回生可能な積荷であっても、リフト下降速度が高速になると、作動油の圧力が回生不能な圧まで下がってしまう。しかしながら、この場合には、リフトシリンダ４からの作動油の流量の大部分がタンク１９に戻るので、電動モータ１８を力行させることが無く、消費電力を低減することができる。

[0096] リフト下降動作中に、ティルト及びアタッチメントといった他の荷役動作またはステアリング動作が行われた場合でも、リフトシリンダ４からの作動油の流量の一部がタンク１９に戻るので、リフト下降速度の変動を抑えることができる。積荷荷重及び操作レバーの操作量によっては積荷の回生エネルギーを最大限利用して、他の荷役動作またはステアリング動作を行うことができるので、消費電力を低減することができる。

[0097] リフト下降動作と他の荷役動作またはステアリング動作とを同時に行う場合には、リフト必要モータ回転数がティルト必要モータ回転数、アタッチメント必要モータ回転数、及びパワーステアリング必要モータ回転数よりも高くても、リフト必要モータ回転数以外の必要モータ回転数がモータ指令回転数として設定される。このため、ティルトシリンダ９、アタッチメントシリンダ１５、及びＰＳシリンダ１４に必要以上の作動油が供給されることが防止されるため、損失の増大を防ぐことができる。

[0098] 流量制御弁５０が、油圧配管４７における電磁比例弁４８の上流側の圧力と油圧配管４９における流量制御弁５０の上流側の圧力との圧力差が変動しても速度変化を小さくする圧力補償機能を有している。このため、積荷荷重の変動によるリフト下降速度の変動を抑えることができる。

[0099] パイロット用電磁切換弁５６のＯＮ／ＯＦＦの判断は、モータ指令回転数とモータ実回転数との差が一定値Ｎ以上であるか否かによって行われるので、圧力センサ及びストロークセンサ等を必要としなくて済む。油圧ポンプモ

ータ１７及び電動モータ１８も複数設けなくて済む。流量制御弁５０として、安価なパイロット式流量制御弁を使用している。従って、油圧駆動装置１６を安価に構成することができる。

[0100] 図１３は、第２実施形態に係る油圧駆動装置の制御系を示す構成図である。同図において、本実施形態の油圧駆動装置１６は、図４に示される構成に加え、ディレクションセンサ７５を更に有している。

[0101] ディレクションセンサ７５は、ディレクションスイッチ（前述）により選択操作されたフォークリフト１の走行方向（前進／後進／ニュートラル）を検知する。すなわち、ディレクションセンサ７５は、走行方向センサである。ディレクションスイッチが前進または後進に切り換えられたときは、ディレクションセンサ７５がＯＮとなる。ディレクションスイッチがニュートラルに切り換えられたときは、ディレクションセンサ７５がＯＦＦとなる。

[0102] コントローラ６０は、操作レバー操作量センサ６１～６３、ステアリング操作速度センサ６４及び回転数センサ６５の検出値とディレクションセンサ７５の検知信号とを入力し、所定の処理を行い、電動モータ１８、電磁比例弁２３，２６，３１，３６，４８及びパイロット用電磁切換弁５６を制御する。コントローラ６０は、図５に示された手順Ｓ１０１～Ｓ１０９に従って、リフト下降を含む動作の制御処理を実行する。手順Ｓ１０１～Ｓ１０４の処理については、上記第１実施形態と同様である。

[0103] 手順Ｓ１０５において設定されるモータ指令回転数（モータ回転数指令値）は、図１４に示される通りである。具体的には、ディレクションセンサ７５がＯＦＦであるときは、全てのリフト下降モードについて、モータ指令回転数は上記の実施形態と同様である。ディレクションセンサ７５がＯＮであるときに、リフト下降単独操作の場合は、コントローラ６０は、モータ指令回転数をリフト必要モータ回転数 N_{lift} とＰＳ用のアイドル回転数 N_{psi} との最大値とする。ＰＳ用のアイドル回転数 N_{psi} は、実験等により予め求められている。ディレクションセンサ７５がＯＮであるときに、他のリフト下降モードの場合は、モータ指令回転数は上記第１実施形態と同様である。

- [0104] 手順S 1 0 6において設定される電動モータ 1 8の力行トルク制限値は、図 1 4 に示されるように、2 値制御により設定される。電動モータ 1 8の力行トルク制限値の設定処理手順を図 1 5 に示す。
- [0105] 図 1 5 において、コントローラ 6 0 は、まずリフト下降モードがリフト下降単独操作であるか否かを判断する（手順S 1 2 1）。コントローラ 6 0 は、リフト下降モードがリフト下降単独操作であると判断したときは、ディレクションセンサ 7 5 がONであるか否かを判断する（手順S 1 2 2）。コントローラ 6 0 は、ディレクションセンサ 7 5 がONであると判断したときは、回転数センサ 6 5 により検出されたモータ実回転数を取得する（手順S 1 2 3）。
- [0106] 続いて、コントローラ 6 0 は、モータ実回転数がアイドル回転数以上であるか否かを判断する（手順S 1 2 4）。コントローラ 6 0 は、モータ実回転数がアイドル回転数以上であると判断したときは、電動モータ 1 8の力行トルク制限値を最小設定値 S_L （図 1 6 参照）に設定する（手順S 1 2 5）。このとき、最小設定値 S_L （第 1 設定値）は、例えば作動油の油温が十分高いときでも、油圧ポンプモータ 1 7 の回転数をアイドル回転数に維持するような値（トルク）である。最小設定値 S_L は、実験等により求められている。
- [0107] コントローラ 6 0 は、モータ実回転数がアイドル回転数以上でないと判断したときは、電動モータ 1 8の力行トルク制限値を最大設定値 S_U （図 1 6 参照）に設定する（手順S 1 2 6）。このとき、最大設定値 S_U （第 2 設定値）は、最小設定値 S_L よりも大きい値であり、実験等により求められている。最大設定値 S_U は、例えば作動油の油温が十分低いときでも、油圧ポンプモータ 1 7 をアイドル回転数で回転させるのに必要な値（トルク）である。
- [0108] コントローラ 6 0 は、手順S 1 2 2 でディレクションセンサ 7 5 がONでなくOFFであると判断したときは、上記第 1 実施形態と同様に力行トルク制限をONにする（手順S 1 2 7）。コントローラ 6 0 は、手順S 1 2 1 でリフト下降モードがリフト下降単独操作でないと判断したときは、上記第 1 実施形態と同様に力行トルク制限をOFFにする（手順S 1 2 8）。

- [0109] 本処理においては、モータ実回転数がアイドル回転数以上であるときは、電動モータ 18 の力行トルク制限値を最小設定値 S_L に設定される。これにより、電動モータ 18 が許容する力行トルクが小さくされる。モータ実回転数がアイドル回転数以上でないときは、電動モータ 18 の力行トルク制限値が最大設定値 S_U に設定される。これにより、電動モータ 18 が許容する力行トルクを大きくされる。従って、図 16 に示されるように、積荷荷重が軽い軽負荷時のように、モータ実回転数 P がモータ指令回転数 Q に追従することができない状態では、モータ実回転数 P がアイドル回転数に近づく。
- [0110] 手順 $S107 \sim S109$ の処理については、上記第 1 実施形態と同様である。
- [0111] 本実施形態では、図 15 に示される手順 $S127$ は、ディレクションセンサ 75 によりフォークリフト 1（荷役車両）の走行方向がニュートラルであると検知された状態で、判定部により昇降操作部材の下降操作が単独で行われたと判定された場合に、電動モータ 18 の力行トルク制限値を予め決められた値に設定する第 1 力行トルク制限値設定部として機能する。手順 $S123 \sim S126$ は、ディレクションセンサ 75（走行方向センサ）によりフォークリフト 1 の走行方向が前進または後進であると検知された状態で、判定部により昇降操作部材の下降操作が単独で行われたと判定された場合に、回転数センサ 65 により検出された実回転数と油圧ポンプモータ 17 のアイドル回転数または当該アイドル回転数よりも高い回転数に相当する目標回転数とに基づいて電動モータ 18 の力行トルク制限値を設定する第 2 力行トルク制限値設定部として機能する。
- [0112] ディレクションスイッチ（前述）が前進または後進の状態にあるときは、ステアリング機構 13 の操作（操舵）に備えて、油圧ポンプモータ 17 をアイドル回転数以上の回転数で回転させる必要がある。ところで、作動油の油温が低くなるに従って、作動油の粘度が高くなり、圧力損失が増大する。このため、油圧ポンプモータ 17 をアイドル回転数以上の回転数で回転させるのに必要な力行トルクが大きくなる。従って、作動油の油温が低いときに油

圧ポンプモータ 17 の回転数をアイドル回転数以上に確保可能となるように、力行トルク制限値を設定する必要がある。しかしながら、この場合には、作動油の油温が常温のときでも、油圧ポンプモータ 17 は大きな力行トルクを許容することになるため、油圧ポンプモータ 17 の回転数が必要以上に上昇し、結果的に消費電力が増大してしまう。

[0113] これに対し本実施形態では、ディレクションスイッチが前進または後進の状態にあって、リフト下降単独動作を行うときには、コントローラ 60 は、モータ実回転数をアイドル回転数と比較し、その比較結果に応じて電動モータ 18 の力行トルク制限値を最小設定値 S_L または最大設定値 S_U に設定する。従って、作動油の油温に関係無く、油圧ポンプモータ 17 の回転数をアイドル回転数に近づく。これにより、リフト下降単独動作中に滑らかな操舵を行うことができる。

[0114] 積荷荷重が軽い状態では、油圧ポンプモータ 17 は、ほぼアイドル回転数という必要最小限の回転数で回転するため、消費電力の増大を抑制することができる。積荷荷重が十分に重い状態では、油圧ポンプモータ 17 はアイドル回転数よりも高いモータ指令回転数で回転するため、荷役回生を高効率に行うことができる。

[0115] 図 17 は、図 15 に示されたた力行トルク制限値設定処理手順の変形例を示すフローチャートである。本フローチャートは、手順 S 124 の処理のみが図 15 に示されたフローチャートと異なっている。

[0116] 手順 S 124 にて、コントローラ 60 は、モータ実回転数が（アイドル回転数 + α ）以上であるか否かを判断する。 α は、予め決められた一定の回転数である。コントローラ 60 は、モータ実回転数が（アイドル回転数 + α ）以上であると判断したときは、電動モータ 18 の力行トルク制限値を最小設定値 S_L （図 18 参照）に設定する（手順 S 125）。コントローラ 60 は、モータ実回転数が（アイドル回転数 + α ）以上でないと判断したときは、電動モータ 18 の力行トルク制限値を最大設定値 S_U （図 18 参照）に設定する（手順 S 126）。

- [0117] 本変形例では、力行トルク制限値を切り換える閾値回転数がアイドル回転数 $+\alpha$ に設定されている。図18に示されるように、モータ実回転数Pがモータ指令回転数Qに追従することができない状態では、モータ実回転数Pが目標回転数である（アイドル回転数 $+\alpha$ ）に近づく。これにより、モータ実回転数Pがアイドル回転数付近で多少脈動しても、油圧ポンプモータ17の回転数を確実にアイドル回転数以上に確保することができる。
- [0118] 図19は、第3実施形態に係る油圧駆動装置においてコントローラ60の一部の構成を示すブロック図である。本実施形態は、図5に示されるフローチャートにおける手順S106の処理のみが上記第2実施形態と異なっている。手順S106の処理は、コントローラ60に含まれるトルク制限値設定部80により実行される。図19は、ディレクションセンサ75がONであると共にリフト下降モードがリフト下降単独操作であるときの処理のみに対応した図である。ディレクションセンサ75がONであると共にリフト下降モードがリフト下降単独操作であるときの処理以外の処理については、上記第2実施形態と同様である（図20参照）。
- [0119] トルク制限値設定部80は、比較部81と、PID演算部82と、を有している。比較部81は、上記のアイドル回転数と回転数センサ65により検出されたモータ実回転数との回転数偏差を算出する。PID演算部82は、アイドル回転数とモータ実回転数との回転数偏差のPID演算を行い、当該回転数偏差がゼロになるような電動モータ18の力行トルク制限値を求める。その力行トルク制限値は、図5に示される手順S109を実行するモータトルク出力部66の出力トルク決定部69に送られる。
- [0120] 本実施形態では、トルク制限値設定部80は、ディレクションセンサ75によりフォークリフト1の走行方向が前進または後進であると検知された状態で、判定部によりリフト操作レバー（昇降操作部材）の下降操作が単独で行われたと判定された場合に、回転数センサ65により検出された実回転数と油圧ポンプモータ17のアイドル回転数または当該アイドル回転数よりも高い回転数に相当する目標回転数とに基づいて電動モータ18の力行トルク

制限値を設定する第2力行トルク制限値設定部を構成する。

[0121] 本実施形態では、ディレクションスイッチが前進または後進の状態にあって、リフト下降単独動作を行うときには、コントローラ60は、電動モータ18の力行トルク制限値をPID制御により設定する。これにより、図21に示されるように、モータ実回転数Pがモータ指令回転数Qに追従することができない状態では、モータ実回転数Pがアイドル回転数付近で殆ど脈動すること無く、モータ実回転数Pがアイドル回転数に滑らかに安定して追従する。従って、作動油の油温に関係無く、油圧ポンプモータ17の回転数をアイドル回転数に確保することができる。この結果、リフト下降単独動作中に滑らかな操舵を行うことができる。積荷荷重が軽い状態では、油圧ポンプモータ17はアイドル回転数という必要最小限の回転数で回転するため、消費電力の増大を抑制することができる。

[0122] 本実施形態では、電動モータ18の力行トルク制限値をPID制御するようにしたが、これに限られない。アイドル回転数とモータ実回転数との回転数偏差がゼロになるように、PI制御等のフィードバック制御が行われてもよい。

[0123] 図22は、第4実施形態に係る油圧駆動装置を示す油圧回路図である。同図において、本実施形態の油圧駆動装置16は、第1実施形態における流量制御弁50に代えて、リフトシリンダ4からタンク19に戻る作動油の流量を制御する電磁比例弁90を備えている。電磁比例弁90は、制御信号に応じた開度で開く電磁比例式流量制御弁である。

[0124] 電磁比例弁90は、開位置90aと、閉位置90bとの間で切り換えられる。開位置90aでは、電磁比例弁90は、リフトシリンダ4からタンク19への作動油の流通を許容する。閉位置90bでは、電磁比例弁90は、リフトシリンダ4からタンク19への作動油の流通を遮断する。電磁比例弁90は、通常は閉位置90b（図示）にある。電磁比例弁90は、ソレノイド操作部90cに操作信号（制御信号）が入力されると、開位置90aに切り換わる。電磁比例弁90は、開位置90aにあるときは、操作信号に応じた

開度で開く。パイロットチェック弁54は、油圧配管49における電磁比例弁90の上流側に配設されている。パイロット流路55は、パイロットチェック弁54と油圧配管49における電磁比例弁90の下流側とを接続している。パイロット流路55上には、パイロット用電磁切換弁56が配設されている。

[0125] 油圧駆動装置16は、リフトシリンダ4のボトム室4bの圧力を検出する圧力センサ91と、圧力センサ91と接続されたコントローラ92とを更に備えている。コントローラ92は、圧力センサ91の検出値に基づいて電磁比例弁90を制御する。コントローラ92による電磁比例弁90の制御処理手順の詳細を図23に示す。

[0126] 図23において、コントローラ92は、まず圧力センサ91の検出値を取得する（手順S131）。続いて、コントローラ92は、圧力センサ91の検出値とリフトシリンダ4の径寸法とに基づいて、フォーク6の積荷荷重（負荷）を求める（手順S132）。続いて、コントローラ92は、フォーク6の積荷荷重に応じた操作信号を電磁比例弁90のソレノイド操作部90cに出力する（手順S133）。このとき、コントローラ92は、フォーク6の積荷荷重が小さくなる（負荷が軽くなる）に従って電磁比例弁90の開度が大きくなるような操作信号を設定する。

[0127] 本実施形態においては、パイロットチェック弁54の開弁差圧は、電磁比例弁90の上流側の圧力と電磁比例弁90の下流側の圧力（タンク圧に相当）との差圧によって得られる。従って、第1実施形態と同様に、パイロットチェック弁54の開度が大きくなり、油圧配管49を流れる作動油の圧力損失が低減される。これにより、軽負荷時においてリフト下降動作を行う際に、タンク19に戻る作動油の流量が多くなるため、リフト下降速度を速くすることができる。また、流量制御弁として電磁比例弁90を使用することにより、リフト下降速度を滑らかに制御することができる。

[0128] なお、本実施形態では、上記のコントローラ60とは異なるコントローラ92を用いたが、コントローラ60により電磁比例弁90を制御するように

しても勿論構わない。本実施形態では、電磁比例弁 90 を用いたが、流量制御弁としては、電磁比例弁 90 の代わりに、開度を機械的に変えることが可能な機械式比例弁を用いてもよい。

[0129] 以上、本発明の実施形態について幾つか説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば上記実施形態では、アタッチメント及びパワーステアリング機構が搭載されているが、本発明の油圧駆動装置は、アタッチメント及びパワーステアリング機構が搭載されていないフォークリフトにも適用可能である。本発明の油圧駆動装置は、フォークリフト以外のバッテリー式の荷役車両であれば適用可能である。

産業上の利用可能性

[0130] 本発明は、フォークリフトなどの荷役車両の油圧駆動装置に利用できる。

符号の説明

[0131] 1…フォークリフト（荷役車両）、4…リフトシリンダ（油圧シリンダ）、4b…ボトム室、6…フォーク（昇降物）、16…油圧駆動装置、17…油圧ポンプモータ（油圧ポンプ）、17a…吸込口、19…タンク、47…油圧配管（第1作動油流路）、49…油圧配管（第2作動油流路）、50…流量制御弁、54…パイロットチェック弁、55…パイロット流路、56…パイロット用電磁切換弁（開閉弁）、90…電磁比例弁（流量制御弁）。

請求の範囲

- [請求項1] 作動油の給排により昇降物を昇降させる油圧シリンダを有する荷役車両の油圧駆動装置であって、
- 前記作動油を貯留するタンクと、
- 前記作動油を前記タンクから吸い込んで前記油圧シリンダに供給する油圧ポンプと、
- 前記油圧ポンプの吸込口と前記油圧シリンダのボトム室とを接続し、前記油圧シリンダからの前記作動油を前記油圧ポンプに送るための第1作動油流路と、
- 前記第1作動油流路と前記タンクとを接続し、前記油圧シリンダからの前記作動油を前記タンクに戻すための第2作動油流路と、
- 前記第2作動油流路上に配設され、前記油圧シリンダから前記タンクに戻る前記作動油の流量を制御する流量制御弁と、
- 前記第2作動油流路上における前記流量制御弁の上流側に配設され、前記タンクに戻る方向にのみ前記作動油を通過させるパイロットチェック弁と、
- 前記第2作動油流路における前記流量制御弁の下流側と前記パイロットチェック弁とを接続するパイロット流路と、
- 前記パイロット流路上に配設された開閉弁と、を備えている。
- [請求項2] 請求項1に記載の荷役車両の油圧駆動装置であって、
- 前記流量制御弁は、パイロット圧に応じた開度で開くパイロット式流量制御弁である。
- [請求項3] 請求項1に記載の荷役車両の油圧駆動装置であって、
- 前記流量制御弁は、制御信号に応じた開度で開く電磁比例式流量制御弁である。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の荷役車両の油圧駆動装置であって、
- 前記油圧ポンプに連結されている電動モータと、

前記電動モータの実回転数を検出する回転数センサと、
リフト操作レバーの操作量を検出する第1操作量センサと、
前記リフト操作レバー以外の手動操作部材の操作量を検出する第2
操作量センサと、

前記第1操作量センサ、前記第2操作量センサ、及び前記回転数センサからの出力が接続されていると共に前記開閉弁を操作するように構成されているコントローラと、を更に備え、

前記コントローラは、前記第1操作量センサ及び前記第2操作量センサからの出力に基づいて、前記リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたか否かを判定し、前記リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたと判定した場合、モータ指令回転数を設定すると共に、前記モータ指令回転数と前記回転数センサにより検出された前記実回転数との差に基づいて前記開閉弁を操作する。

[請求項5]

請求項4に記載の荷役車両の油圧駆動装置であって、

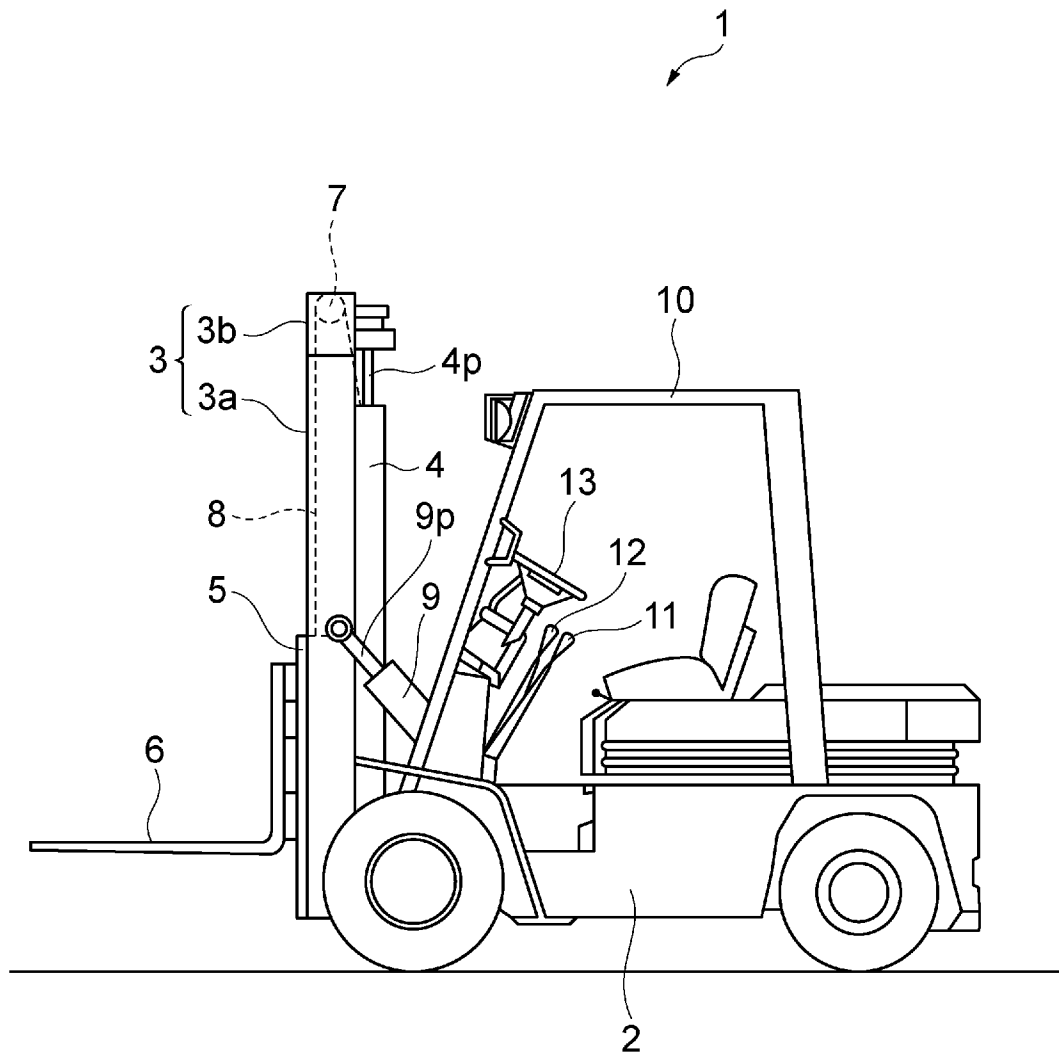
前記コントローラは、前記リフト操作レバーの下降操作が単独で行われたと判定した場合、前記モータ指令回転数と前記実回転数との差が開操作閾値以上であるときに、前記開閉弁を開位置に切り換え、前記モータ指令回転数と前記実回転数との差が開操作閾値以上であるときに、前記開閉弁を開位置に切り換え、前記モータ指令回転数と前記実回転数との差が前記開操作閾値よりも小さいときに、前記開閉弁を閉位置に切り換えるように、前記開閉弁を操作する。

[請求項6]

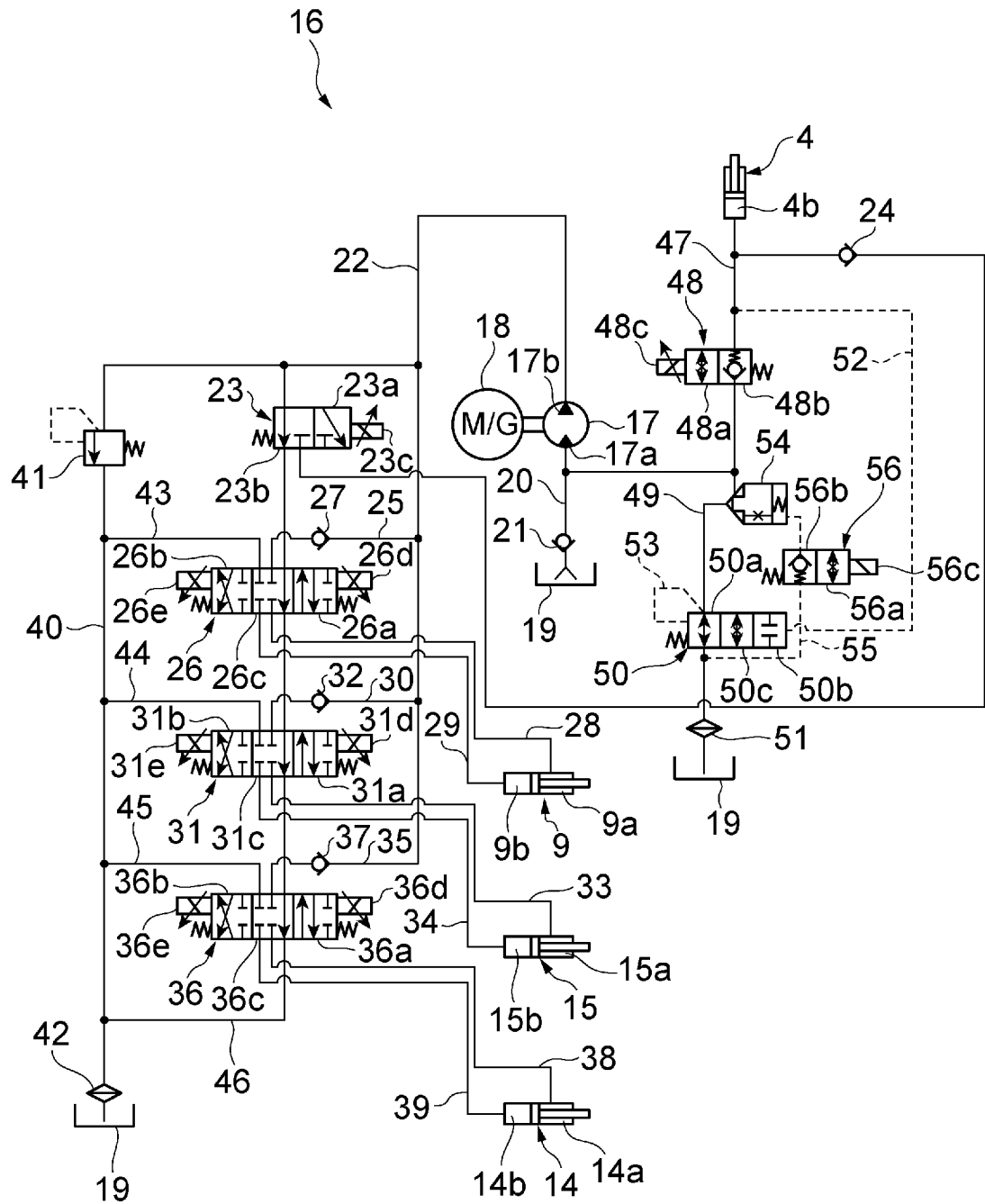
請求項4に記載の荷役車両の油圧駆動装置であって、

前記コントローラは、前記リフト操作レバーの下降操作が単独で行われていないと判定した場合、前記開閉弁を開位置に切り換えるように前記開閉弁を操作する。

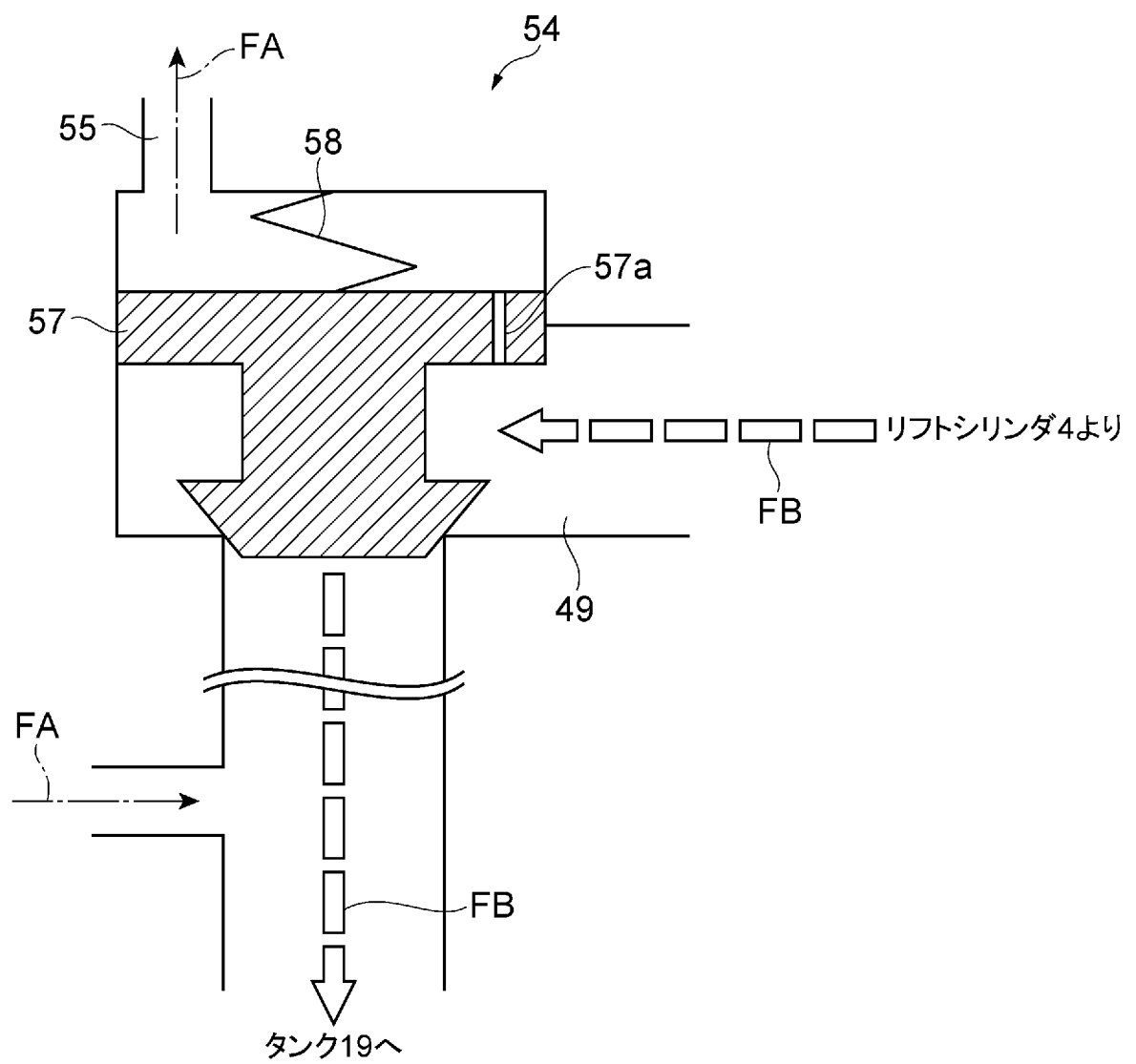
[図1]



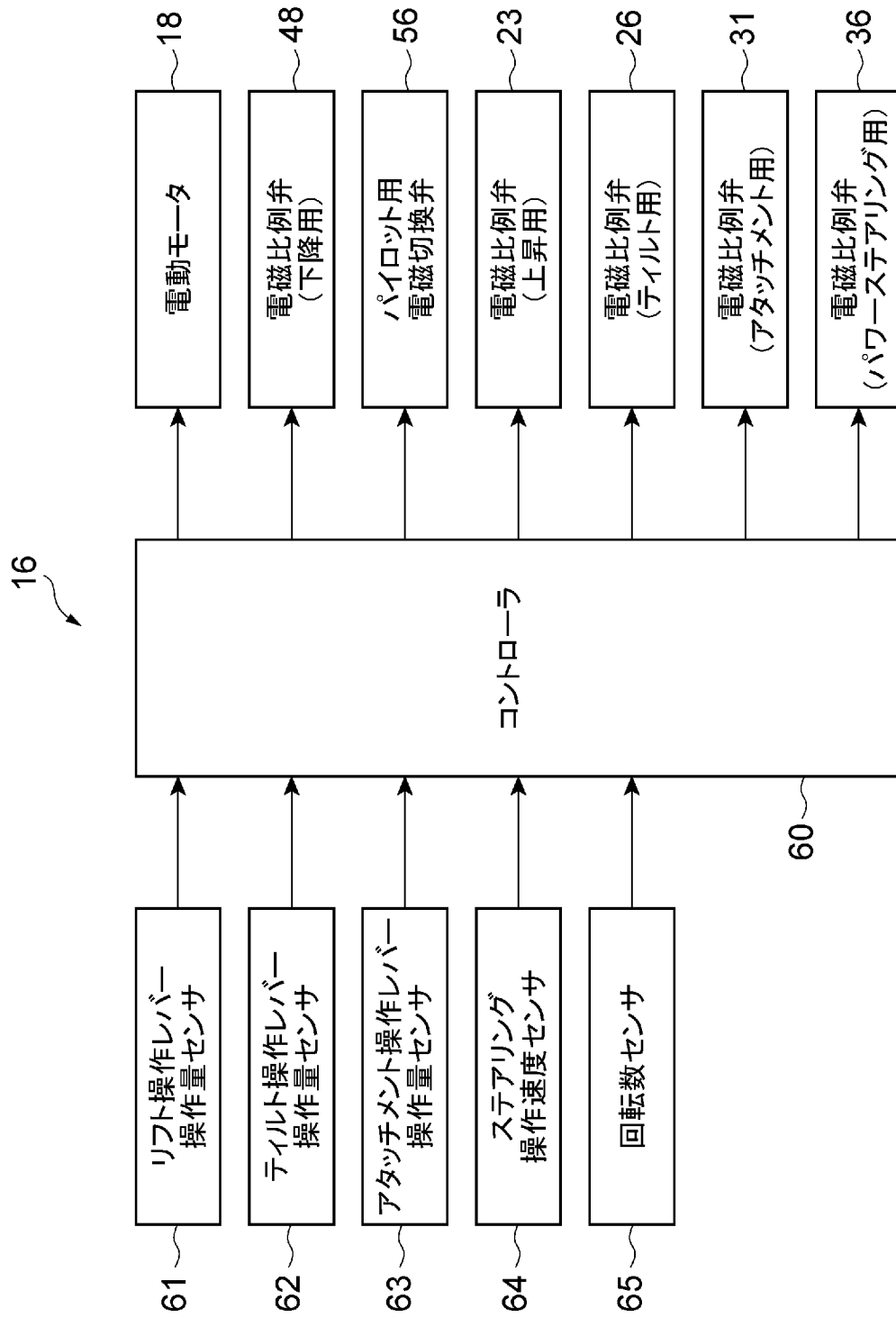
[図2]



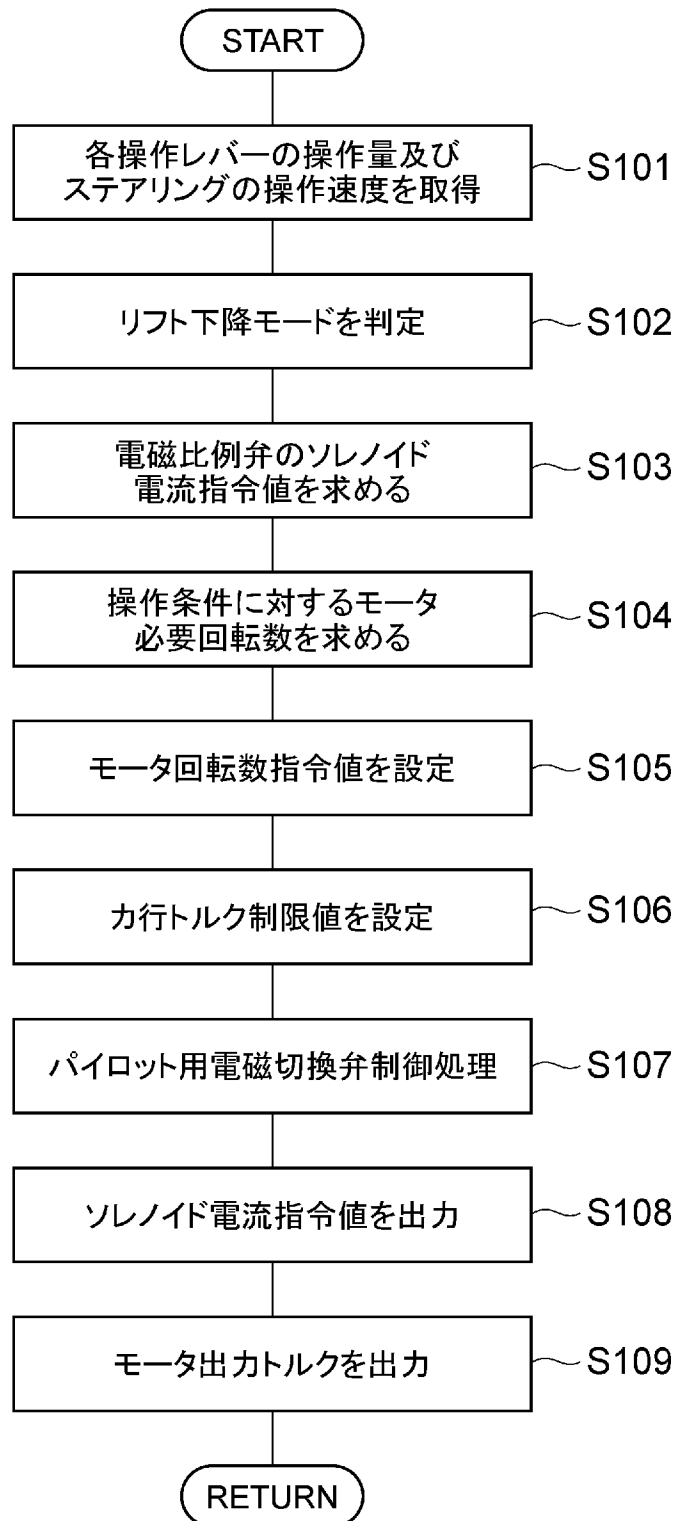
[図3]



[図4]



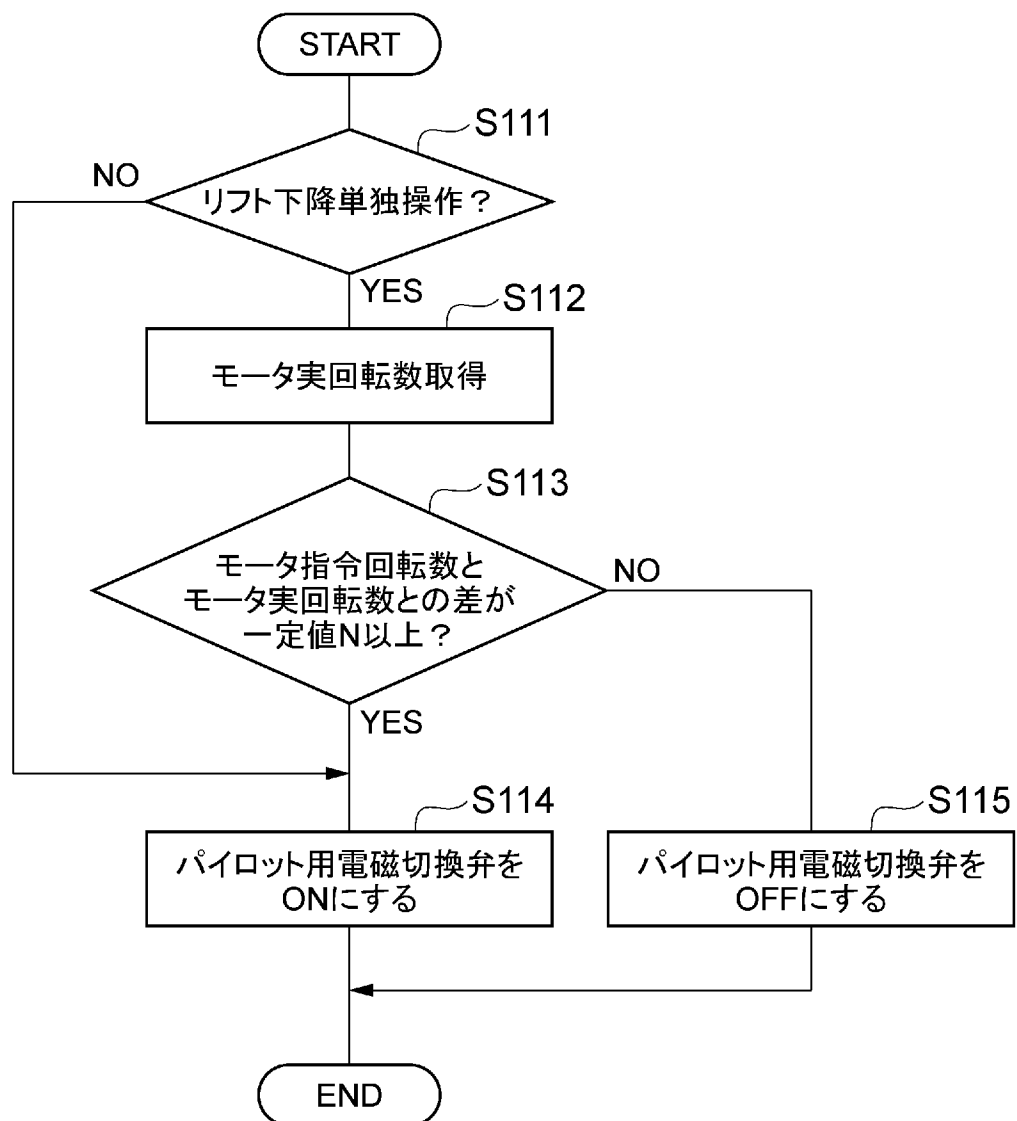
[図5]



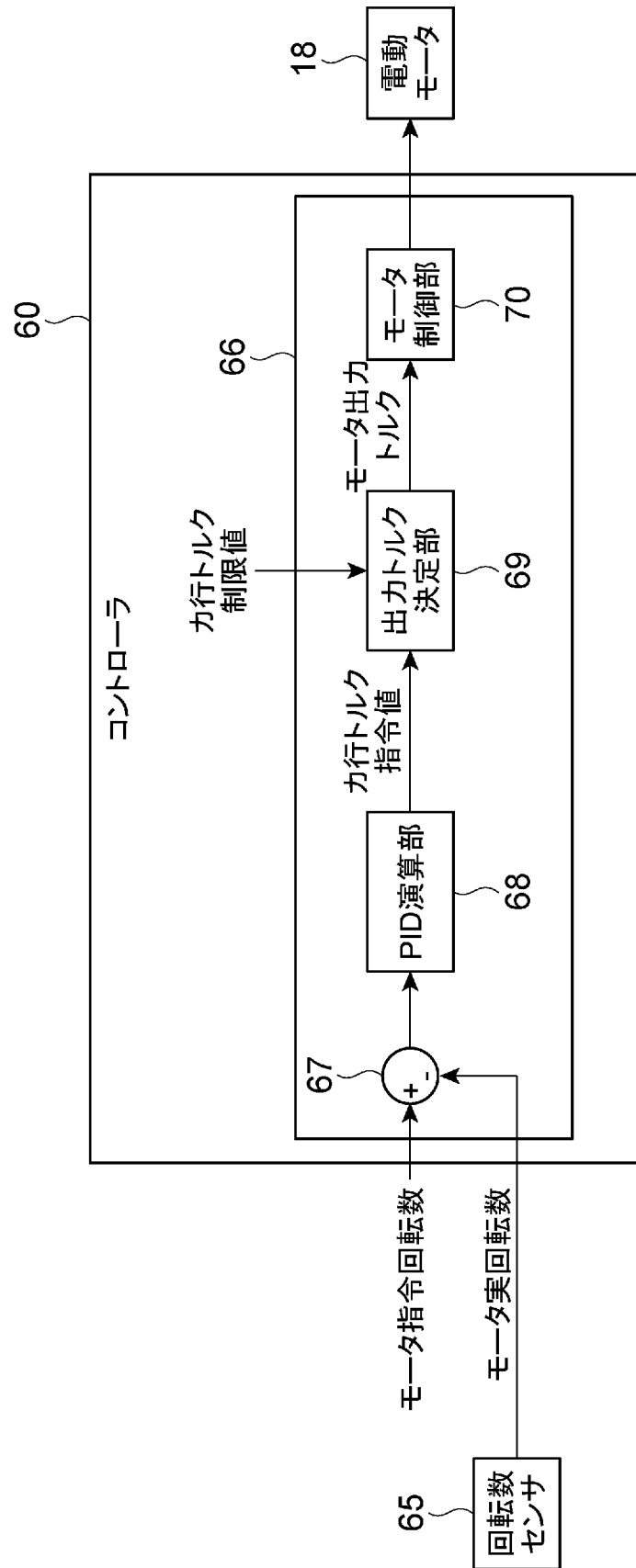
[図6]

操作条件	制御項目		
	力行トルク制限	モータ回転数指令値	パイロット用 電磁切換弁
レバー操作 ステアリング操作			
下降	ON	N_lift	ONまたはOFF
下降+ティルト	OFF	N_tilt	ON
下降+アタッチメント	OFF	N_atmt	ON
下降+PS	OFF	N_ps	ON
下降+ティルト+PS	OFF	N_tiltとN_psの最大値	ON

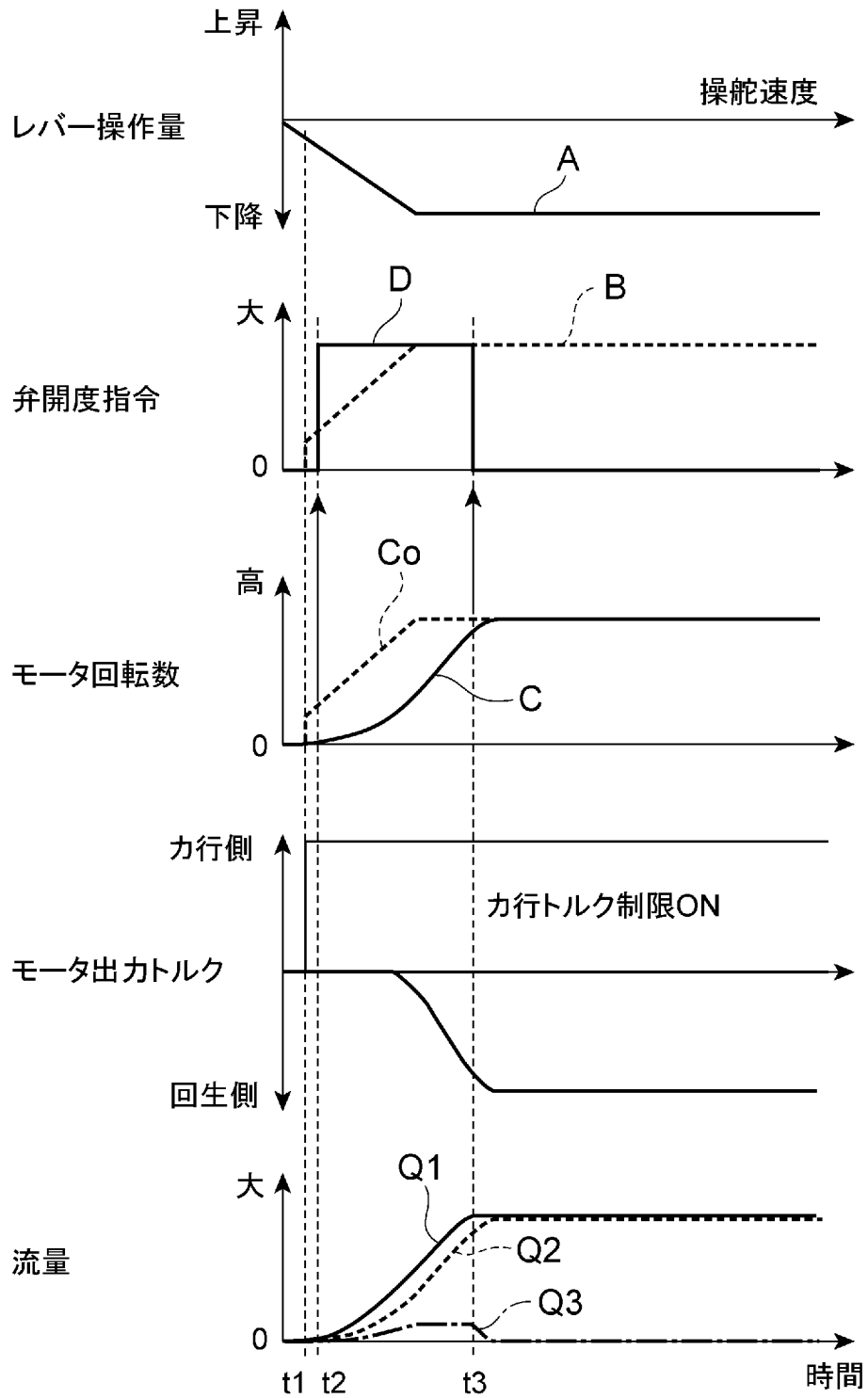
[図7]



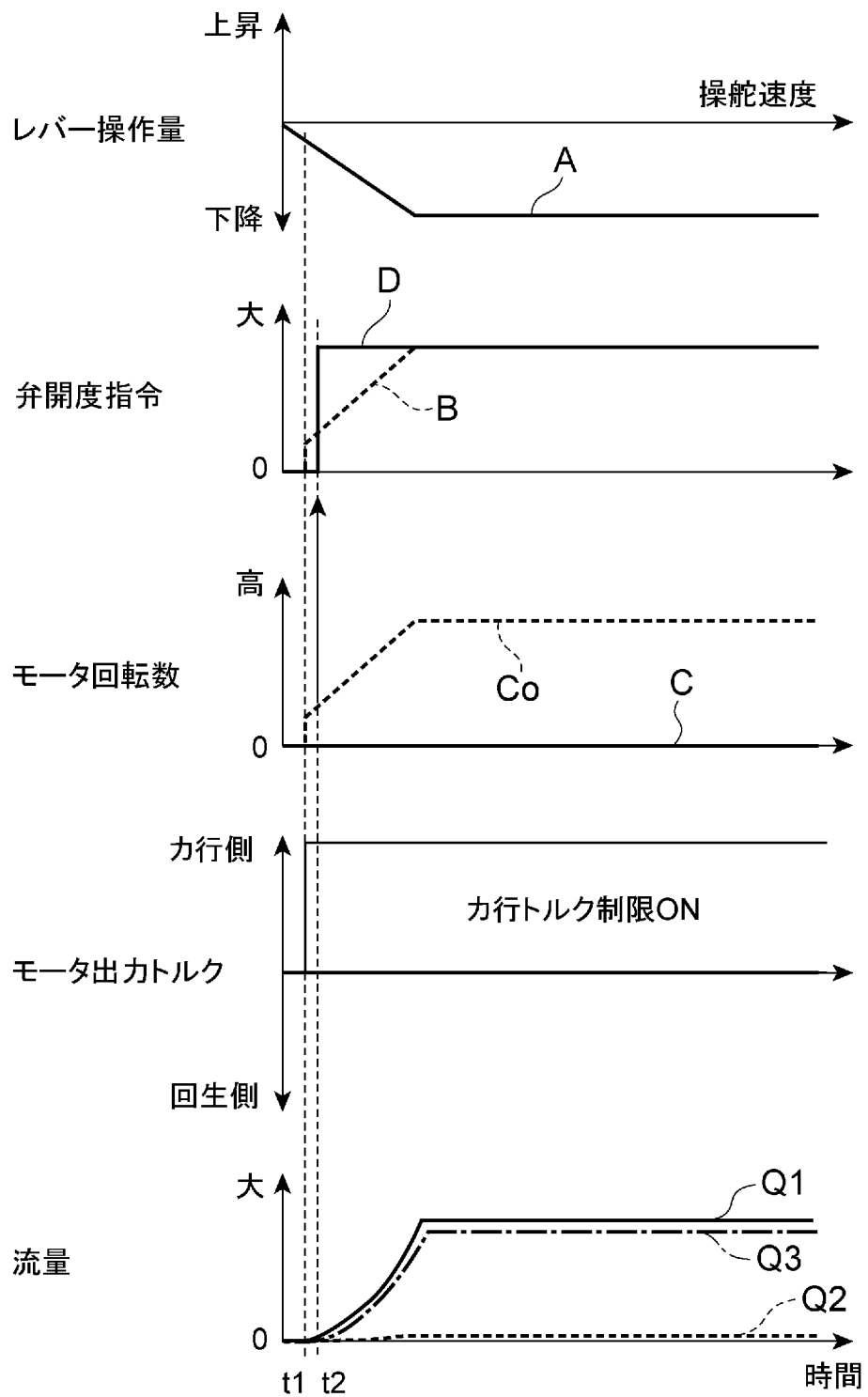
[図8]



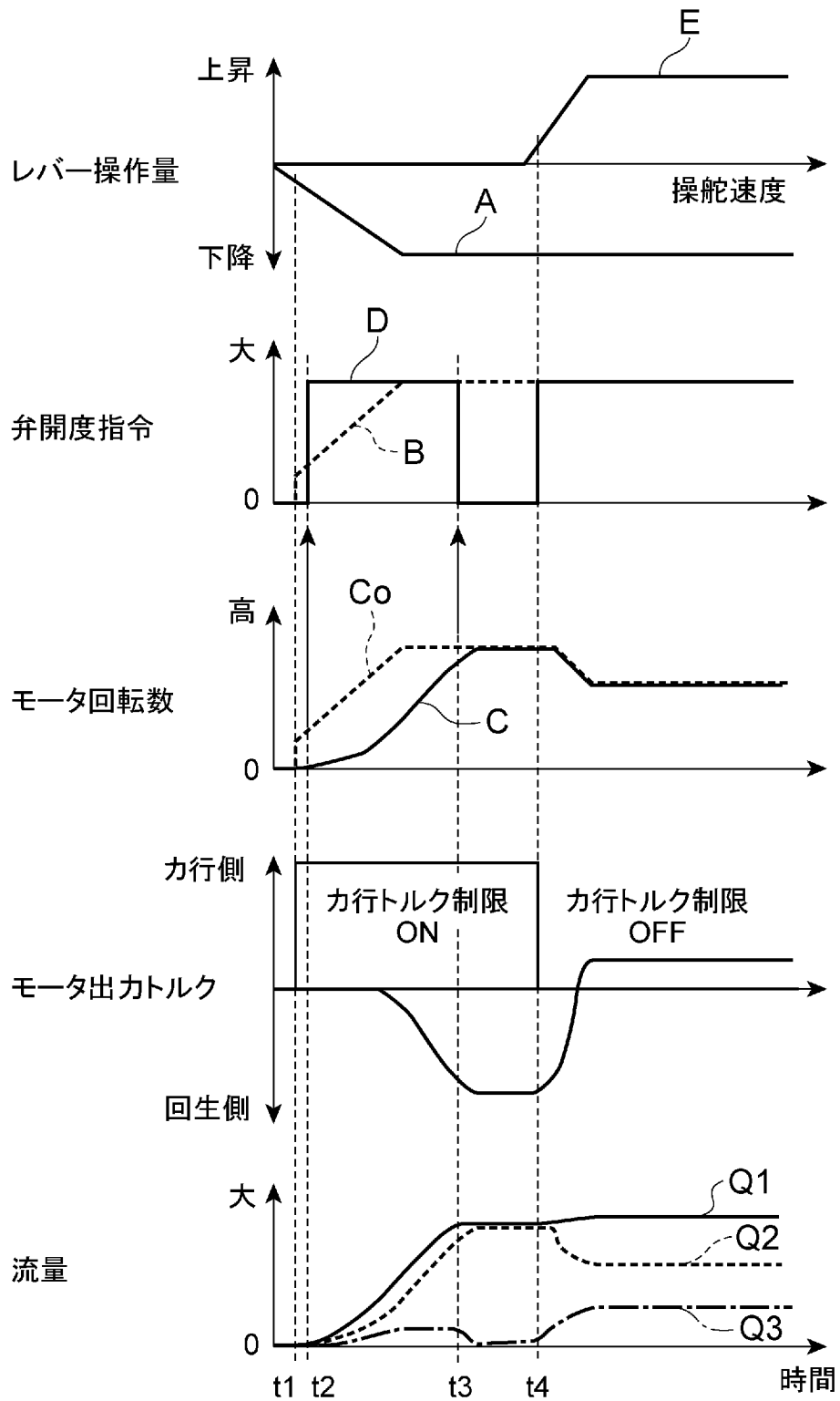
[図9]



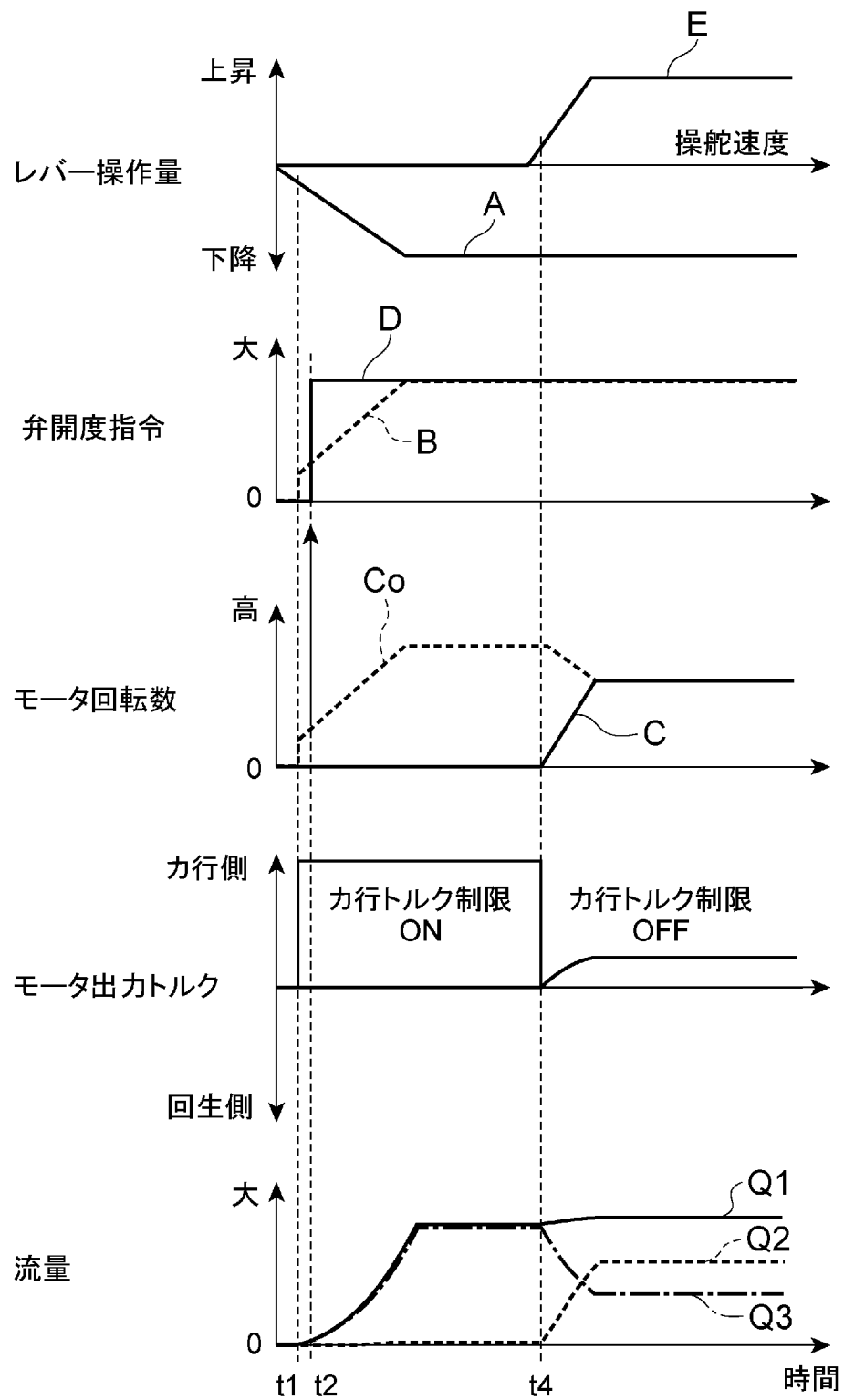
[図10]



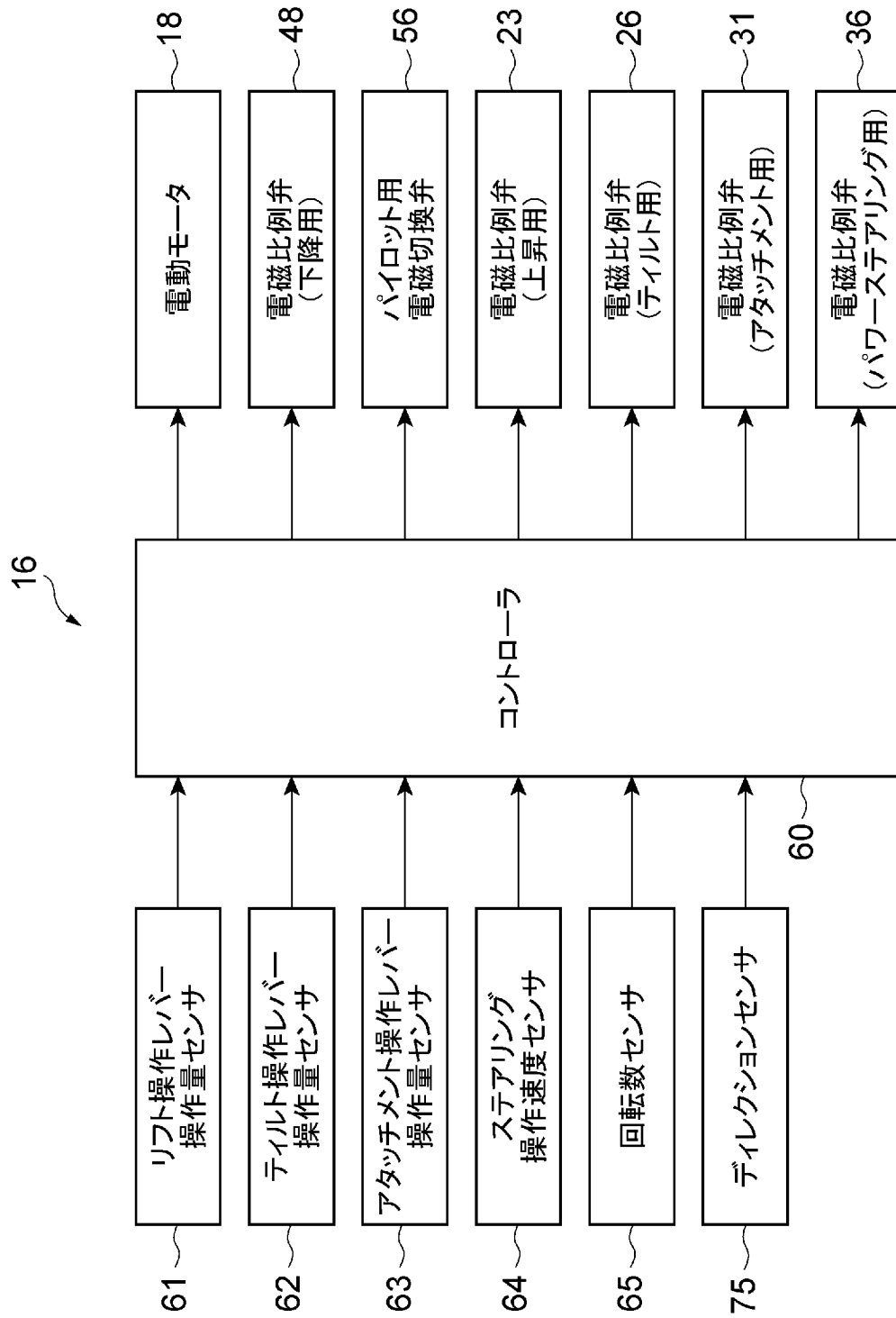
[図11]



[図12]



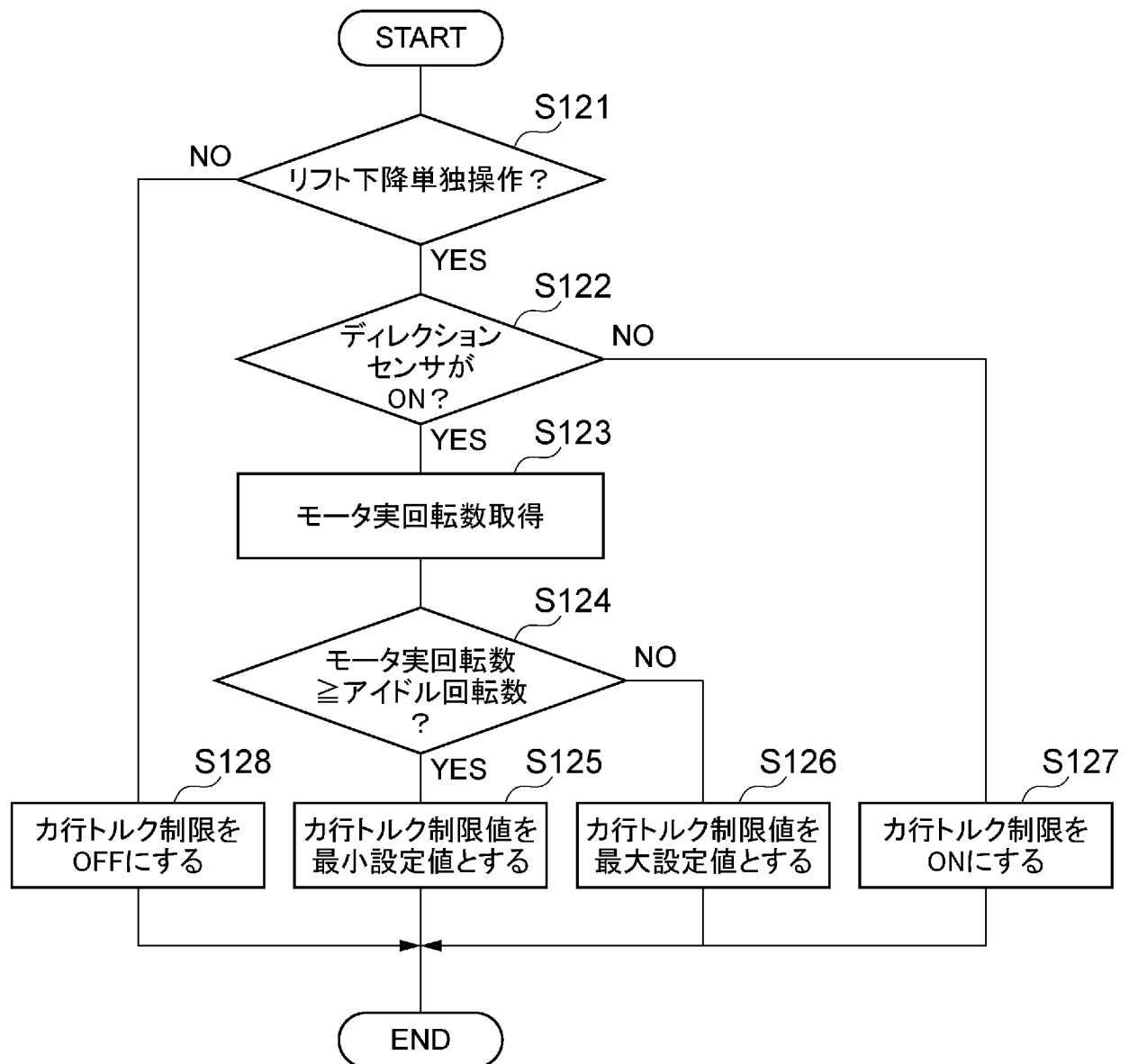
[図13]



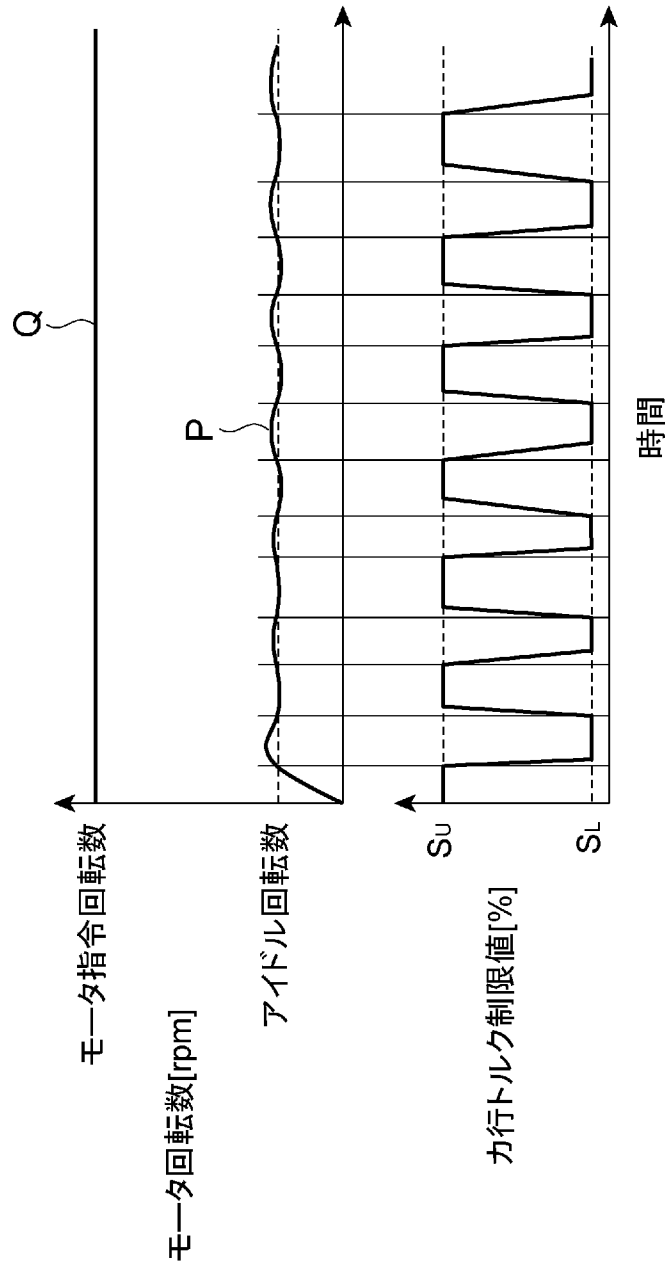
[図14]

操作条件		制御項目		
ディレクションセンサ	レバー操作 ステアリング操作	力行トルク制限	モータ回転数指令値	パイロット用電磁切換弁
	下降	ON	N_lift	ONまたはOFF
OFF	下降+ティルト	OFF	N_tilt	ON
	下降+PS	OFF	N_ps	ON
	下降+ティルト+PS	OFF	N_tiltとN_psの最大値	ON
	下降	力行トルク制限値2値制御	N_tiltとN_psiの最大値	ONまたはOFF
	下降+ティルト	OFF	N_tilt	ON
	下降+PS	OFF	N_ps	ON
ON	下降+ティルト+PS	OFF	N_tiltとN_psの最大値	ON

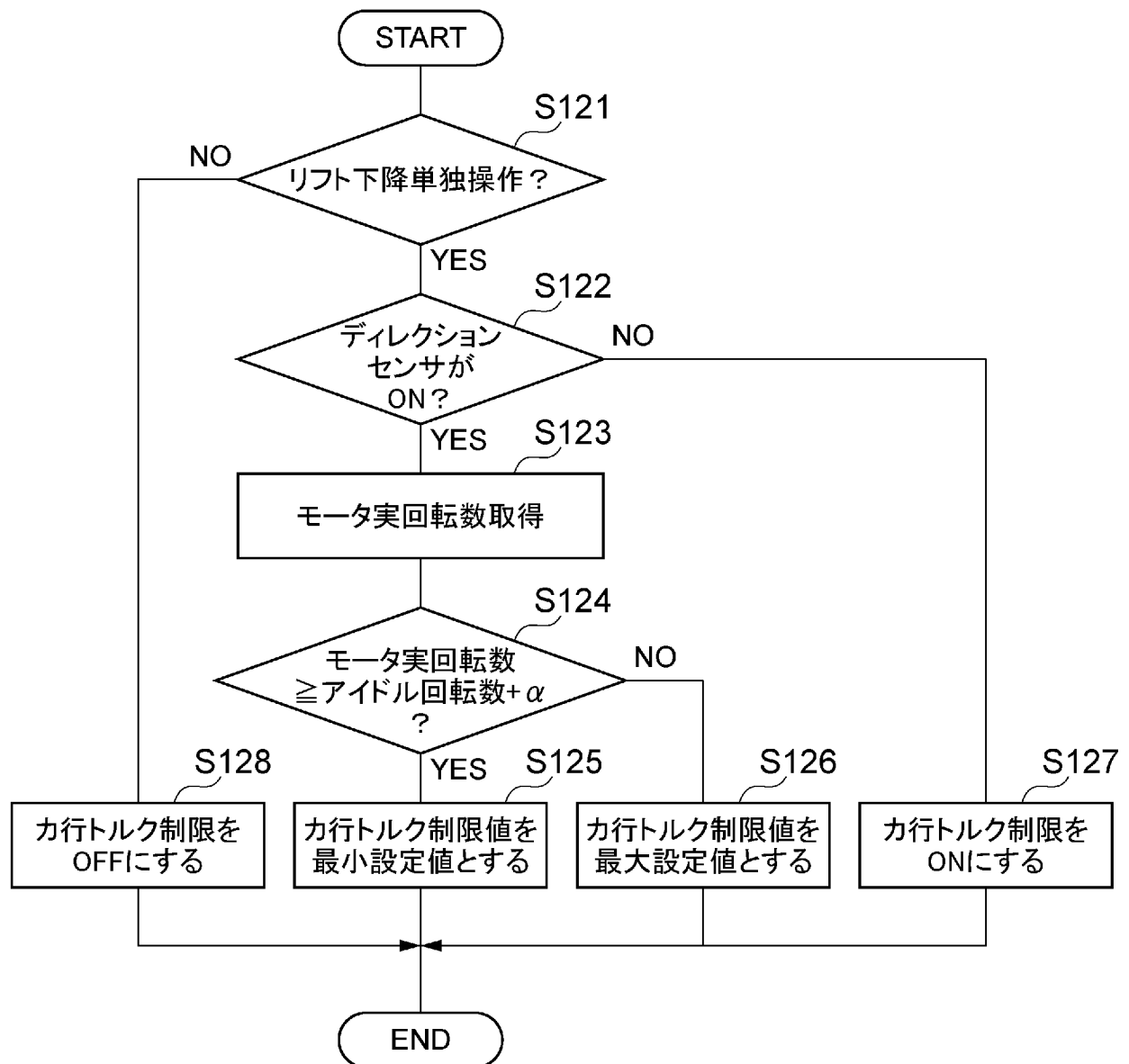
[図15]



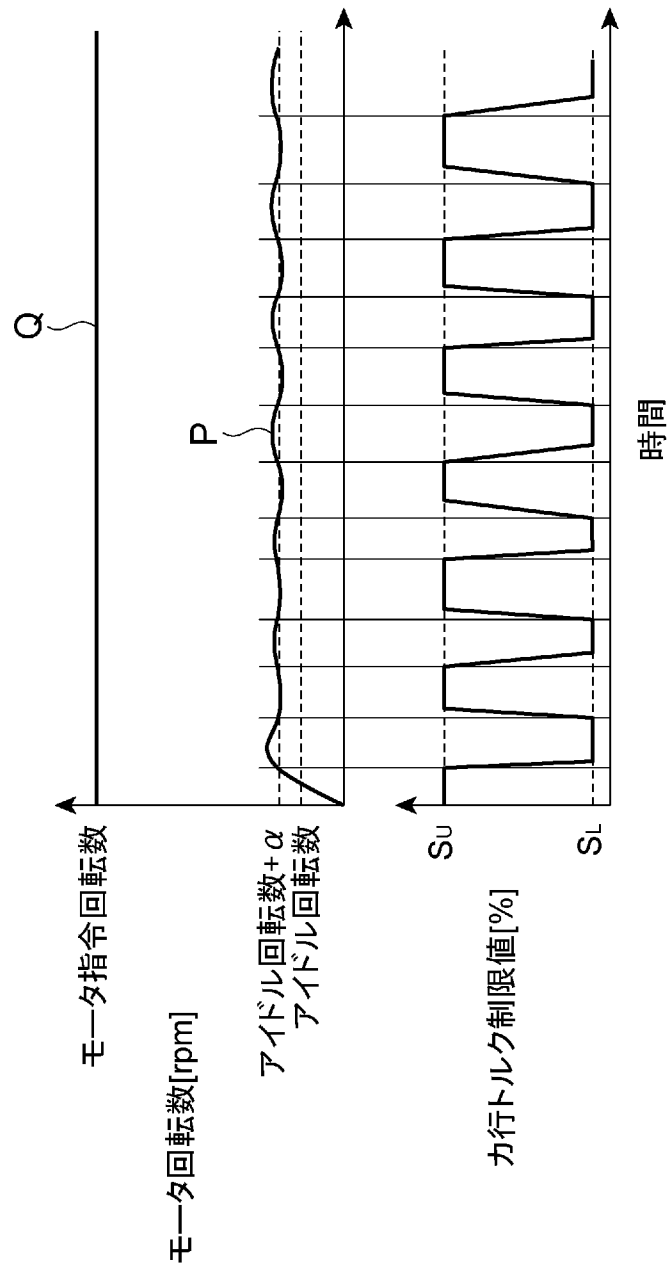
[図16]



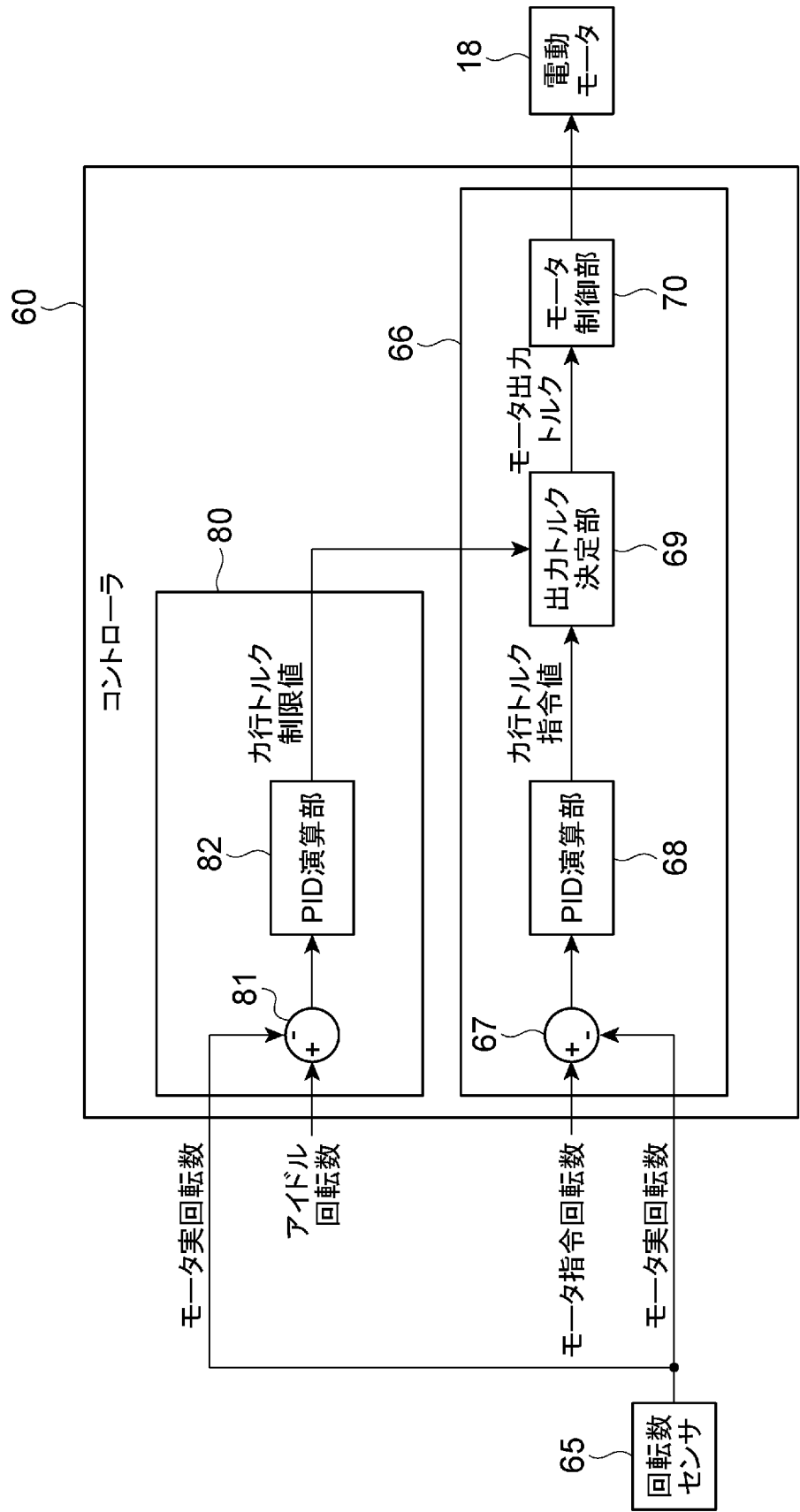
[図17]



[図18]



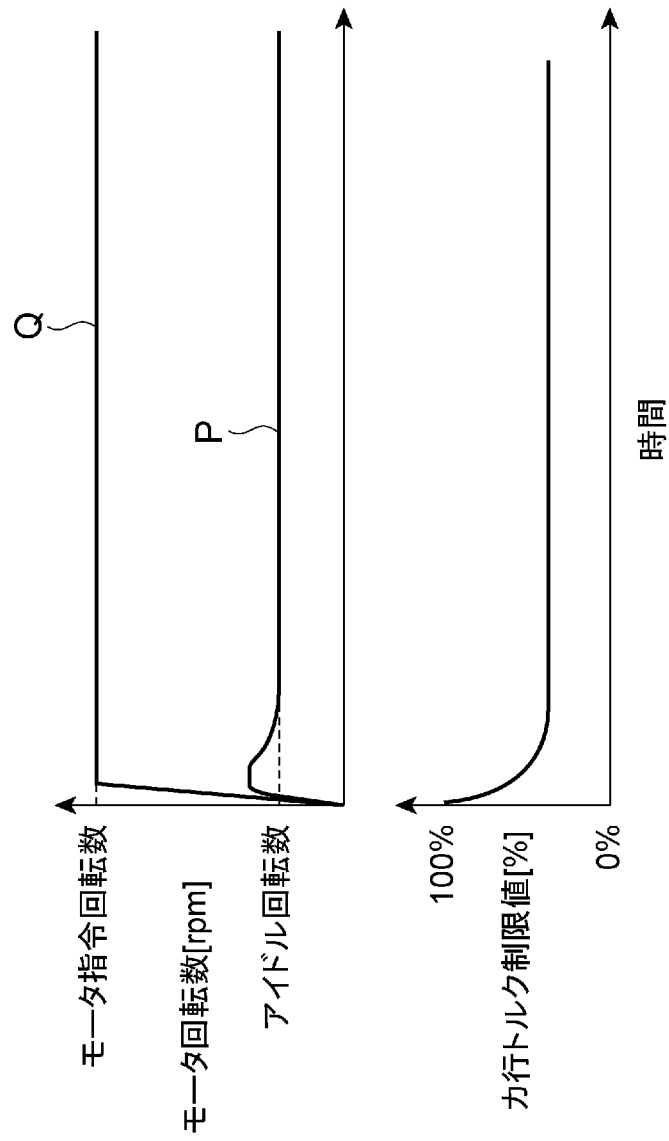
[図19]

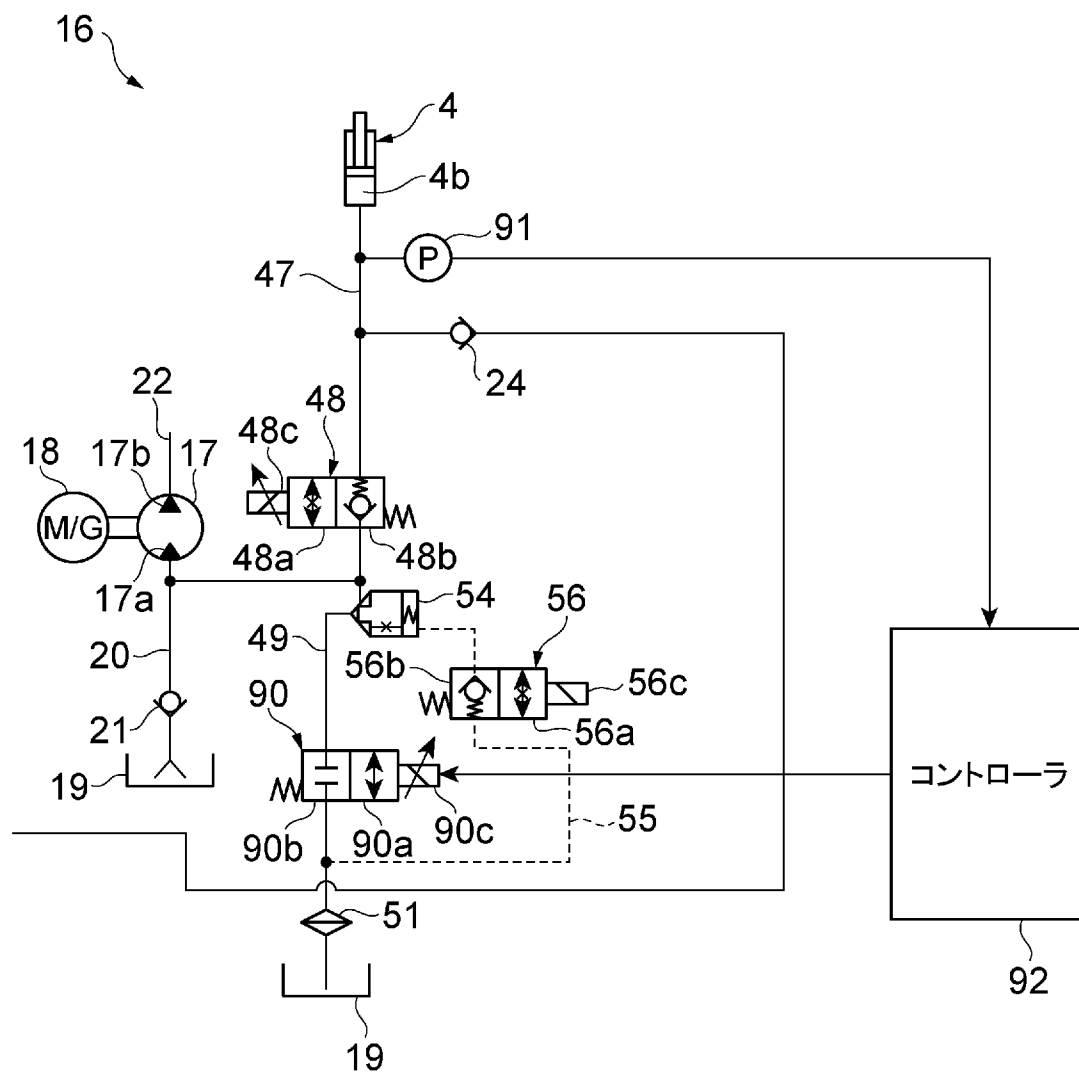


[図20]

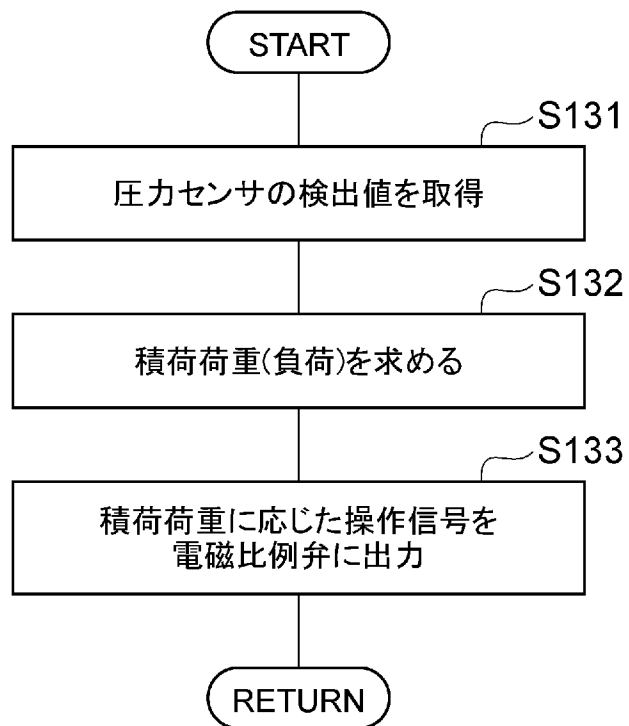
操作条件		制御項目		
ディレクションセンサ	レバー操作 ステアリング操作	力行トルク制限	モータ回転数指令値	パイロット用電磁切換弁
OFF	下降	ON	N_lift	ONまたはOFF
	下降+ティルト	OFF	N_tilt	ON
	下降+PS	OFF	N_ps	ON
	下降+ティルト+PS	OFF	N_tiltとN_psの最大値	ON
ON	下降	力行トルク制限値PID制御	N_tiltとN_psiの最大値	ONまたはOFF
	下降+ティルト	OFF	N_tilt	ON
	下降+PS	OFF	N_ps	ON
	下降+ティルト+PS	OFF	N_tiltとN_psの最大値	ON

[図21]





[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065442

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B66F9/22(2006.01)i, F15B21/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B66F9/22, F15B21/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 4-39300 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd., Nishina Industrial Co., Ltd.), 10 February 1992 (10.02.1992), page 3, lower right column, line 17 to page 5, lower right column, line 7; page 7, lower right column, line 7 to page 9, upper left column, line 14; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3 4-6
Y A	JP 5310393 B2 (Toyota Industries Corp.), 09 October 2013 (09.10.2013), paragraphs [0033] to [0089]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-3 4-6



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
06 August 2015 (06.08.15)

Date of mailing of the international search report
18 August 2015 (18.08.15)

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/JP2015/065442

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 2-163300 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 22 June 1990 (22.06.1990), page 3, upper right column, line 4 to page 6, upper left column, line 6; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-6
A	WO 2006/090709 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 31 August 2006 (31.08.2006), description, page 10, lines 5 to 22; fig. 7 & JP 4681600 B2 & US 2007/0278048 A1 & EP 1852388 A1	1-6
A	JP 11-165995 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd., Nishina Industrial Co., Ltd.), 22 June 1999 (22.06.1999), paragraphs [0022] to [0042]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B66F9/22(2006.01)i, F15B21/14(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B66F9/22, F15B21/14			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1－2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 5 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	
Y A	JP 4-39300 A（株式会社豊田自動織機製作所，仁科工業株式会社） 1992.02.10，第3頁右下欄第17行－第5頁右下欄第7行，第7頁 右下欄第7行－第9頁左上欄第14行及び図1－5 （ファミリーなし）	1－3 4－6	
Y A	JP 5310393 B2（株式会社豊田自動織機）2013.10.09， 第33－89段落及び図1－9（ファミリーなし）	1－3 4－6	
☒ 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 0 6 . 0 8 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 1 8 . 0 8 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 大塚 多佳子 電話番号 03-3581-1101 内線 3351	3 F 3 7 3 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2-163300 A (株式会社豊田自動織機製作所) 1990.06.22, 第3頁右上欄第4行ー第6頁左上欄第6行及び図1ー6 (ファミリーなし)	1ー6
A	WO 2006/090709 A1 (三菱重工業株式会社) 2006.08.31, 明細書第10頁第5ー22行及び図7 & JP 4681600 B2 & US 2007/0278048 A1 & EP 1852388 A1	1ー6
A	JP 11-165995 A (株式会社豊田自動織機製作所, 仁科工業株式会社) 1999.06.22, 第22ー42段落及び図1ー4 (ファミリーなし)	1ー6