

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5864138号
(P5864138)

(45) 発行日 平成28年2月17日(2016.2.17)

(24) 登録日 平成28年1月8日(2016.1.8)

(51) Int. Cl. F 1
E O 2 F 9/20 (2006.01)
 E O 2 F 9/20 N
 E O 2 F 9/20 Z

請求項の数 7 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-131579 (P2011-131579) (22) 出願日 平成23年6月13日 (2011.6.13) (65) 公開番号 特開2013-2058 (P2013-2058A) (43) 公開日 平成25年1月7日 (2013.1.7) 審査請求日 平成25年10月8日 (2013.10.8)</p>	<p>(73) 特許権者 000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 呉 春男 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重 機械工業株式会社 横須賀製造所内 審査官 桐山 愛世</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ショベル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンを含む駆動源と、
 該駆動源に連結されたメインポンプと、
 該メインポンプからの作動油で駆動するアタッチメントと、
 該アタッチメントの姿勢を検出する角度センサと、
 前記駆動源及び前記メインポンプを制御する制御部と、を有し、
 該制御部は、前記角度センサの出力に基づいて掘削中に前記アタッチメントが土砂から
 受ける掘削反力を算出し、該掘削反力と所定の第一閾値とを比較し、該掘削反力が該所定
 の第一閾値を超える場合に、掘削動作が停止する前に、前記駆動源の出力を増加させる、
 ことを特徴とするショベル。

10

【請求項2】

前記制御部は、前記掘削反力と所定の第二閾値とを比較し、前記掘削反力が該所定の第
 二閾値を超える場合に前記アタッチメントに作用する掘削反力を低減する、
 ことを特徴とする請求項1に記載のショベル。

【請求項3】

前記エンジンの動力によって発電する電動発電機と、
 該電動発電機で発電した電力を蓄電する蓄電器と、を更に有し、
 前記メインポンプは、斜板式可変容量型油圧ポンプであり、
 前記制御部は、前記掘削反力が前記第一閾値を超える場合に、前記電動発電機のアシス

20

トトルクを増大させ、かつ、前記メインポンプの斜板傾転角を変更する、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のショベル。

【請求項 4】

前記制御部は、前記掘削反力が前記所定の第一閾値を超える場合に、前記エンジンの回転数を上昇させる、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のショベル。

【請求項 5】

前記エンジンの動力によって発電する電動発電機と、
該電動発電機で発電した電力を蓄電する蓄電器と、を更に有し、

前記メインポンプは、斜板式可変容量型油圧ポンプであり、

前記制御部は、前記掘削反力が前記第一閾値を超える場合に、前記電動発電機のアシストトルクを増大させ、前記エンジンの回転数を上昇させる、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のショベル。

【請求項 6】

前記制御部は、前記角度センサの出力に基づいて掘削深さを算出し、該掘削深さに応じて前記掘削反力を補正する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載のショベル。

【請求項 7】

掘削対象の土砂特性を記憶する記憶装置を更に有し、

前記制御部は、前記角度センサの出力と前記土砂特性とに基づいて前記掘削反力を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のショベル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブーム、アーム、バケット等の作業要素を含むアタッチメントを駆動して掘削作業を行う建設機械に関する。

【背景技術】

【0002】

掘削作業を行う建設機械の一例として油圧ショベルがある。一般的に、油圧ショベルは、ブームと、ブームの先端に取り付けられたアームと、アームの先端に取り付けられたバケットとを有する。ブーム、アーム、及びバケットは油圧シリンダで駆動される。すなわち、ブームはブームに設けられたブームシリンダにより駆動され、アームはアームに設けられたアームシリンダにより駆動され、バケットはバケットに設けられたバケットシリンダにより駆動される。

【0003】

油圧ショベルでの掘削作業中にはこれらの油圧シリンダに油圧が供給され、ブーム及びアームを駆動してバケットを目的の位置に移動しながら、バケットで土砂等を掘削する。バケットですくい上げられた土砂は、所定の場所に排土（ダンプ）される。通常、掘削動作は、バケットを土砂に差し込んだ後、アームを閉じながら（手前に引きながら）バケットを閉じるという動作となる。

【0004】

バケットによる掘削の際に、バケットを土砂に深く入れ過ぎてしまった場合、あるいは掘削する土砂が固くて重いような場合、土砂によりバケットに加わる負荷が大きくなり、アームを閉じる動作あるいはバケットを閉じる動作ができなくなることがある。例えば、アームを閉じようとしてアームシリンダに最大の油圧を供給しても、土砂による負荷が大きすぎてそれ以上アームを閉じることができないような場合が生じることがある。

【0005】

このような問題に対し、油圧ポンプが必要とする吸収トルクがエンジンの出力トルク設定値よりも高くなった場合に電動機によるアシスト運転を開始させる油圧駆動装置が提案

10

20

30

40

50

されている（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-103112号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1の油圧駆動装置は、油圧ポンプの必要吸収トルクがエンジンの出力トルク設定値よりも高くなった場合に電動機によるアシスト運転を開始させるため、アームを閉じる動作あるいはバケットを閉じる動作の一時的な鈍化を避けられず、掘削作業効率を低下させてしまう。

10

【0008】

上述の点に鑑み、本発明は、アタッチメントの掘削動作をより円滑にして掘削作業効率を向上させるショベル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】

【0009】

上述の目的を達成するために、本発明の実施例に係るショベルは、エンジンを含む駆動源と、該駆動源に連結されたメインポンプと、該メインポンプからの作動油で駆動するアタッチメントと、該アタッチメントの姿勢を検出する角度センサと、前記駆動源及び前記メインポンプを制御する制御部と、を有し、該制御部は、前記角度センサの出力に基づいて掘削反力を算出し、該掘削反力と所定の第一閾値とを比較し、該掘削反力が該所定の第一閾値を超える場合に前記駆動源の出力を増加させることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

上述の手段により、本発明は、アタッチメントの掘削動作をより円滑にして掘削作業効率を向上させるショベルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】ハイブリッド式ショベルの側面図である。

30

【図2】ハイブリッド式ショベルの駆動系の構成例を示すブロック図である。

【図3】蓄電系の構成を示すブロック図である。

【図4】掘削動作時のハイブリッド式ショベルの側面図である。

【図5】掘削反力を算出する際のパラメータを示す図である。

【図6】掘削反力の算出方法を示すブロック図である。

【図7】掘削動作区間における各動作時点におけるバケットの位置を示す図である。

【図8】掘削動作中のバケット角度の変化と掘削反力の変化とを示すグラフである。

【図9】バケット姿勢の変化に対する掘削反力の変化を示すグラフである。

【図10】掘削動作の制御処理のフローチャート（その1）である。

【図11】パワーアップ運転を開始させる際の各種物理量の時間的推移を示す図（その1）である。

40

【図12】パワーアップ運転を開始させる際のメインポンプの吐出流量と吐出圧との間の関係を示すPQ線図（その1）である。

【図13】掘削動作の制御処理のフローチャート（その2）である。

【図14】パワーアップ運転を開始させる際の各種物理量の時間的推移を示す図（その2）である。

【図15】パワーアップ運転を開始させる際のメインポンプの吐出流量と吐出圧との間の関係を示すPQ線図（その2）である。

【図16】掘削動作の制御処理のフローチャート（その3）である。

【図17】パワーアップ運転を開始させる際の各種物理量の時間的推移を示す図（その3）

50

)である。

【図18】パワーアップ運転を開始させる際のメインポンプの吐出流量と吐出圧との間の関係を示すPQ線図(その3)である。

【図19】油圧ショベルの駆動系の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【実施例1】

【0013】

図1は本発明の第一実施形態に係るハイブリッド式ショベルの側面図である。図1に示すハイブリッド式ショベルの下部走行体1には、旋回機構2を介して上部旋回体3が搭載されている。上部旋回体3には、ブーム4が取り付けられている。ブーム4の先端に、アーム5が取り付けられ、アーム5の先端にバケット6が取り付けられている。ブーム4、アーム5及びバケット6は、アタッチメントを構成し、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9によりそれぞれ油圧駆動される。上部旋回体3には、運転室としてのキャビン10が設けられ、且つエンジン(図示せず。)等の駆動源が搭載される。また、上部旋回体3には、ハイブリッド式ショベルの作業要素の動作を制御するための制御部であるコントローラ30(図2参照)が設けられる。コントローラ30は、オペレータからの指示、及びハイブリッド式ショベルの各部に設けられたセンサからの検出情報に基づいて、各作業要素の動作を制御する。コントローラ30は電子制御部であり、演算を行うCPU及び記憶装置(メモリ)としてのROM、RAM等を備えている。

10

20

【0014】

ブーム4は上部旋回体3に対して上下に旋回可能に支持されており、旋回支持部(関節)にブーム角度センサS1(図4、図5参照。)が取り付けられている。ブーム角度センサS1により、水平方向からのブーム4の傾き角度であるブーム角1を検出することができる。

【0015】

アーム5はブーム4の先端に旋回可能に支持されており、旋回支持部(関節)にアーム角度センサS2(図4、図5参照。)が取り付けられている。アーム角度センサS2によりブーム4に対するアーム5の角度を検出し、検出したアーム5の角度とブーム角1から、水平方向からのアーム5の傾き角度であるアーム角2を検出することができる。

30

【0016】

バケット6はアーム5の先端に旋回可能に支持されており、旋回支持部(関節)にバケット角度センサS3(図4、図5参照。)が取り付けられている。バケット角度センサS3によりアーム5に対するバケット6の角度を検出し、検出したバケットの角度、ブーム角1及びアーム角2から、水平方向からのバケット6の傾き角度であるバケット角3を検出することができる。

【0017】

上部旋回体3を旋回させる旋回機構2には、旋回角度センサ(図示せず)が設けられている。旋回角度センサにより、上部旋回体3が正面を向いた位置からの角度である旋回角を検出することができる。

40

【0018】

図2は、図1に示すハイブリッド式ショベルの駆動系の構成例を示すブロック図である。図2において、機械的動力系は二重線、高圧油圧ラインは実線、パイロットラインは破線、電気駆動・制御系は実線でそれぞれ示されている。

【0019】

機械式駆動部としてのエンジン11と、アシスト駆動部としての電動発電機12は、変速機13の2つの入力軸にそれぞれ接続されている。変速機13の出力軸には、油圧ポンプとしてメインポンプ14及びパイロットポンプ15が接続されている。メインポンプ14には、高圧油圧ライン16を介してコントロールバルブ17が接続されている。メイン

50

ポンプ 14 は斜板式可変容量型油圧ポンプであり、斜板の角度（傾転角）を制御することでピストンのストローク長を調整し、吐出流量を制御することができる。

【0020】

コントロールバルブ 17 は、ハイブリッド式ショベルにおける油圧系の制御を行う制御装置である。下部走行体 1 用の油圧モータ 1A（右用）及び 1B（左用）、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、並びにバケットシリンダ 9 は、高圧油圧ラインを介してコントロールバルブ 17 に接続される。

【0021】

電動発電機 12 には、インバータ 18 を介して、蓄電器を含む蓄電系 120 が接続される。電動発電機 12 とインバータ 20 とで電動発電系が構成される。また、パイロットポンプ 15 には、パイロットライン 25 を介して操作装置 26 が接続される。操作装置 26 は、レバー 26A、レバー 26B、ペダル 26C を含む。レバー 26A、レバー 26B、及びペダル 26C は、油圧ライン 27 及び 28 を介して、コントロールバルブ 17 及び圧力センサ 29 にそれぞれ接続される。圧力センサ 29 は、電気系の駆動制御を行うコントローラ 30 に接続されている。

【0022】

コントローラ 30 は、電動発電機 12 の運転制御（電動（アシスト）運転又は発電運転の切り替え）を行うとともに、昇降圧制御部としての昇降圧コンバータを駆動制御することによる蓄電器（キャパシタ）の充放電制御を行う。コントローラ 30 は、蓄電器（キャパシタ）の充電状態、電動発電機 12 の運転状態（電動（アシスト）運転又は発電運転）に基づいて、昇降圧コンバータの昇圧動作と降圧動作の切替制御を行い、これにより蓄電器（キャパシタ）の充放電制御を行う。

【0023】

この昇降圧コンバータの昇圧動作と降圧動作の切替制御は、DC バスに設けられた DC バス電圧検出部によって検出される DC バス電圧値、蓄電器電圧検出部によって検出される蓄電器電圧値、及び蓄電器電流検出部によって検出される蓄電器電流値に基づいて行われる。

【0024】

さらに、蓄電器電圧検出部によって検出される蓄電器電圧値に基づいて、蓄電器（キャパシタ）の SOC が算出される。また、上述では蓄電器の一例としてキャパシタを示したが、キャパシタの代わりに、リチウムイオン電池等の充放電可能な二次電池、又は、電力の授受が可能なその他の形態の電源を蓄電器として用いてもよい。

【0025】

図 2 に示すハイブリッド式ショベルは旋回機構を電動にしたもので、旋回機構 2 を駆動するために旋回用電動機 21 が設けられている。電動作業要素としての旋回用電動機 21 は、インバータ 20 を介して蓄電系 120 に接続されている。旋回用電動機 21 の回転軸 21A には、レゾルバ 22、メカニカルブレーキ 23、及び旋回変速機 24 が接続される。インバータ 20 と、旋回用電動機 21 と、レゾルバ 22 と、メカニカルブレーキ 23 と、旋回変速機 24 とで負荷駆動系が構成される。

【0026】

図 3 は蓄電系 120 の構成を示すブロック図である。蓄電系 120 は、蓄電器としてのキャパシタ 19 と、昇降圧コンバータ 100 と DC バス 110 とを含む。DC バス 110 は、キャパシタ 19、電動発電機 12、及び旋回用電動機 21 の間での電力の授受を制御する。キャパシタ 19 には、キャパシタ電圧値を検出するためのキャパシタ電圧検出部 112 と、キャパシタ電流値を検出するためのキャパシタ電流検出部 113 とが設けられている。キャパシタ電圧検出部 112 とキャパシタ電流検出部 113 とによって検出されるキャパシタ電圧値とキャパシタ電流値は、コントローラ 30 に供給される。

【0027】

昇降圧コンバータ 100 は、電動発電機 12 及び旋回用電動機 21 の運転状態に応じて、DC バス電圧値が一定の範囲内に収まるように昇圧動作と降圧動作とを切り替える制御

10

20

30

40

50

を行う。DCバス110は、インバータ18、20と昇降圧コンバータ100との間に配設されており、キャパシタ19、電動発電機12及び旋回用電動機21の間での電力の授受を行う。

【0028】

図2に戻り、コントローラ30は、ハイブリッド式ショベルの駆動制御を行う主制御部としての制御装置である。コントローラ30は、CPU(Central Processing Unit)及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、CPUが内部メモリに格納された駆動制御用のプログラムを実行することにより実現される装置である。

【0029】

コントローラ30は、圧力センサ29から供給される信号を速度指令に変換し、旋回用電動機21の駆動制御を行う。圧力センサ29から供給される信号は、旋回機構2を旋回させるために操作装置26を操作した場合の操作量を表す信号に相当する。

【0030】

コントローラ30は、電動発電機12の運転制御(電動(アシスト)運転又は発電運転の切り替え)を行うとともに、昇降圧制御部としての昇降圧コンバータ100を駆動制御することによるキャパシタ19の充放電制御を行う。コントローラ30は、キャパシタ19の充電状態、電動発電機12の運転状態(電動(アシスト)運転又は発電運転)、及び旋回用電動機21の運転状態(力行運転又は回生運転)に基づいて、昇降圧コンバータ100の昇圧動作と降圧動作の切替制御を行い、これによりキャパシタ19の充放電制御を行う。

【0031】

この昇降圧コンバータ100の昇圧動作と降圧動作の切替制御は、DCバス電圧検出部111によって検出されるDCバス電圧値、キャパシタ電圧検出部112によって検出されるキャパシタ電圧値、及びキャパシタ電流検出部113によって検出されるキャパシタ電流値に基づいて行われる。

【0032】

以上のような構成において、アシストモータである電動発電機12が発電した電力は、インバータ18を介して蓄電系120のDCバス110に供給され、昇降圧コンバータ100を介してキャパシタ19に供給される。旋回用電動機21が回生運転して生成した回生電力は、インバータ20を介して蓄電系120のDCバス110に供給され、昇降圧コンバータ100を介してキャパシタ19に供給される。

【0033】

ここで、図4を参照しながら、ハイブリッド式ショベルが行う掘削・積込み動作について説明する。なお、図4は掘削動作時のハイブリッド式ショベルの側面図である。掘削・積込み動作は、バケットで土砂を掘ってすくい上げ、運搬車の荷台に土砂を載せるという動作である。掘削・積込み動作は、一般的に4つの動作区間に分けられる。4つの動作区間とは、土砂を掘削してバケットに入れる掘削動作区間、土砂が入ったバケットを運搬車の荷台の上まで移動するブーム上げ旋回動作区間、運搬車の荷台にバケットの土砂を排出するダンプ動作区間、及び、バケットを掘削位置まで移動するブーム下げ旋回動作区間である。この4つの動作区間のうち、掘削動作区間において掘削による反力がバケットに作用する。したがって、掘削動作区間において掘削による反力(掘削反力)を算出し、算出した掘削反力に基づいて掘削動作を制御することが好ましい。第一実施形態では、掘削動作時のブーム4、アーム5、バケット6の姿勢(位置、角度)からバケット6の先端に作用する掘削反力を演算により求める。そして、演算により求めた掘削反力が予め設定された閾値よりも大きくなった場合に、エンジン11の出力及び電動発電機12の出力を含む駆動源の出力を増大させるパワーアップ運転を開始させる。また、演算により求めた掘削反力が予め設定された上限値よりも大きくなった場合に、掘削動作を一旦停止し、あるいはアーム閉じ動作を継続させながら、ブーム4を自動的に上げて掘削深さを浅くし、掘削反力を減少させた上で掘削動作を継続できるようにする。以下では、この制御を「ブーム上げ制御」と称する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

掘削動作時にはブーム 4 が下げられてバケット 6 が土砂の中に差し込まれた状態となっており、それからアーム 5 を閉じながらバケット 6 を閉じることで、バケット 6 で土砂をすくい上げる。

【 0 0 3 5 】

図 4 において、掘削する土砂の頂上にバケット 6 の先端が到達したところから掘削が開始されるとする。ハイブリッド式ショベルが置かれた地面のレベルをゼロ (0) と定義し、地面から下方向を正と定義し、さらに、掘削する土砂の頂上と地面との差を掘削開始高さ H_0 と定義すると、図 4 において、掘削開始高さ H_0 は地面より高い位置であるため、 H_0 は負の値となる。なお、 H_0 は、バケットが地面に接地するときのブームシリンダ内の圧力の変化によって判断可能である。そして、ブーム 4 を下げてバケット 6 を土砂に差し込んだときの、地面 (0) からバケット 6 の先端までの深さを掘削途中深さ H と定義する。掘削途中のバケット 6 の先端の位置は、地面より低い位置となるため、 H は正の値となる。掘削深さ H は、掘削する土砂の頂上からバケット 6 を土砂に差し込んだときのバケット 6 の先端までの距離に相当し、掘削開始深さ H_0 と掘削途中深さ H との和となる。ここで、掘削途中深さ H は正の値であり、掘削開始深さ H_0 は負の値であるため、掘削深さ H を求めるには、 H から H_0 を引く ($H = H - H_0$)。 H_0 は負の値であるため、掘削深さ H は H と H_0 の絶対値が加算された値となる。また、掘削動作時における水平面からのバケット 6 の傾き角度 (すなわち、バケット角 θ_3) をバケット姿勢 θ_3 とする。また、掘削開始高さ H_0 が地面より下の場合には正の値となるため、掘削深さ H は H から H_0 の絶対値が減算された値となる。

【 0 0 3 6 】

第一実施形態では、後述のように、バケット姿勢 θ_3 (バケット 6 の水平からの角度) と掘削開始深さ H とから、掘削時のバケット 6 の先端に作用する土砂の反力 (掘削反力 F) を演算により求める。

【 0 0 3 7 】

図 5 は掘削反力を算出する際のパラメータを示す図である。ブーム 4 は、ブームの支持点 P_1 とアームの支持点 P_2 とを結ぶ線分として表される。ブーム角 θ_1 はこのブーム 4 を表す線分と水平線との間の角度である。アーム 5 は、アーム 5 の支持点 P_2 とバケット 6 の支持点 P_3 とを結ぶ線分として表される。アーム角 θ_2 はこのアーム 5 を表す線分と水平線との間の角度である。バケット 6 は、バケット 6 の支持点 P_3 とバケット 6 の先端とを結ぶ線分として表される。バケット角 θ_3 はこのバケット 6 を表す線分と水平線との間の角度である。

【 0 0 3 8 】

ブーム 4 には、ブームシリンダ 7 の駆動力 F_1 による回転モーメント M_1 が加わる。アーム 5 には、アームシリンダ 8 の駆動力 F_2 による回転モーメント M_2 が加わる。バケット 6 には、バケットシリンダ 9 の駆動力 F_3 による回転モーメント M_3 が加わる。ここで、バケット 6 の先端に作用する掘削反力 F の方向は、バケット 6 の先端の速度 V の方向と逆向きとなる。

【 0 0 3 9 】

図 6 は掘削反力 F の算出方法を示す機能ブロック図である。掘削反力 F の算出は上述のコントローラ 30 により行われる。第一実施形態において、掘削反力 F は、実測データ分析により得られた掘削反力テーブル 32 を用いて算出する。掘削反力テーブル 32 は、バケット姿勢 θ_3 と掘削深さ H とから決まる掘削反力 F の値が格納されたテーブルであり、実測データ分析により予め求められるテーブルである。より具体的には、掘削反力テーブル 32 は、実掘削時と空掘削時のバケット姿勢 θ_3 と掘削深さ H をデータ分析することにより、バケット姿勢 θ_3 と掘削反力 F との関係をテーブル化して作成される。

【 0 0 4 0 】

ここで、バケット姿勢 θ_3 は、水平方向からのブーム 4 の角度であるブーム角 θ_1 と、ブーム 4 に対するアーム 5 の角度と、アーム 5 に対するバケット 6 の角度とから求めるこ

とができる。このようにして求めたバケット姿勢 3 から掘削反力テーブル 3 2 を用いて掘削反力 F を算出する。なお、掘削反力テーブル 3 2 はコントローラ 3 0 のメモリに格納されている。

【 0 0 4 1 】

また、第一実施形態では、掘削する土砂の特性（深さ、密度）を考慮して補正しながら掘削反力 F を算出する。すなわち、掘削深さ H が変わると掘削反力 F は変化するので、掘削深さ H の変化と掘削反力 F の変化との関係をテーブル化した掘削深さ補正テーブル 3 4 を予め準備しておく。そして、掘削反力 F を算出する際に掘削深さ H を考慮するための補正係数 K 1 を掘削深さ補正テーブル 3 4 から求め、掘削反力 F を掘削反力テーブル 3 2 から求める際に補正係数 K 1 により掘削反力 F を補正する。掘削深さ補正テーブル 3 4 はコントローラ 3 0 のメモリに格納されている。

10

【 0 0 4 2 】

また、掘削反力 F は土砂密度によっても変化するため、土砂密度と掘削反力 F との関係をテーブル化した密度特性テーブル 3 6 を予め準備しておく。そして、掘削反力 F を算出する際に土砂密度を考慮するための補正係数 K 2 を土砂特性テーブル 3 6 から求め、掘削反力 F を掘削反力テーブル 3 2 から求める際に補正係数 K 2 により掘削反力 F を補正する。土砂特性テーブル 3 6 はコントローラ 3 0 のメモリに格納されている。

【 0 0 4 3 】

ここで、密度特性テーブルに入力される土砂密度は、掘削する土砂により異なるので、掘削開始時に土砂密度を測定する。例えば、掘削を開始する前にバケット 6 で土砂をすくい上げ、すくい上げた土砂の重量とバケット 6 の容積から土砂の密度を測定することができる。第一実施形態では、掘削を開始して最初の掘削動作ですくい上げた土砂の密度を測定して、測定した土砂密度をコントローラ 3 0 のメモリに格納しておく。

20

【 0 0 4 4 】

次に、上述のように算出した掘削反力 F の変化について説明する。まず、掘削動作区間における動作時点 $t_1 \sim t_4$ について説明する。図 7 は掘削動作区間における動作時点 $t_1 \sim t_4$ のそれぞれにおけるバケット 6 の位置を示す図である。

【 0 0 4 5 】

動作時点 t_1 は掘削動作を始めた時点であり、図 7 (a) に示すように、ブーム 4 が下げられてバケット 6 の先端が土砂に接触した状態である。動作時点 t_2 は掘削動作が進んだ時点であり、図 7 (b) に示すように、バケット 6 の先端が掘削深さ H に到達した状態である。動作時点 t_3 はさらに掘削動作が進んだ時点であり、図 7 (c) に示すように、バケット 6 が閉じ始めて土砂をすくい上げている状態である。動作時点 t_4 は掘削動作が終了した時点であり、図 7 (d) に示すように、掘削した土砂をバケット 6 に完全にすくい上げた状態である。

30

【 0 0 4 6 】

図 8 は掘削動作中のバケット姿勢 3 の変化と掘削反力 F の変化を示すグラフである。図 8 (a) は掘削動作中のバケット姿勢 3 の変化を示し、図 8 (b) は掘削動作中の掘削反力 F の変化を示す。なお、バケット姿勢 3 はバケット 6 を閉じる方向（図 5 の時計回り方向）をマイナスとし、バケット 6 を開く方向（図 5 の反時計回り方向）をプラスとする。

40

【 0 0 4 7 】

掘削動作が開始されて掘削が進むに連れて、バケット 6 の水平線からの角度であるバケット姿勢 3 はバケット 6 を閉じる方向に大きくなり、動作時点 t_4 にて水平に近い最大角度となる。バケット姿勢 3 は、アーム 5 を閉じる動作とバケット 6 を閉じる動作により大きくなる。

【 0 0 4 8 】

一方、土砂による掘削反力 F は、バケット 6 の先端が掘削深さ H に到達するまでの動作時点 $t_1 \sim t_2$ の間は急激に大きくなる。すなわち、バケット 6 で土砂を掘削する動作であり、土砂からの反力を強く受けている。動作時点 $t_2 \sim t_3$ の間は、掘削した土砂を

50

バケット6ですくい上げる動作であるため、主に土砂の重量による反力が作用するだけであり、掘削反力 F の増大率は減少する。動作時点 $t_3 \sim t_4$ の間は、バケット6の先端は土砂から離れてすくい上げた土砂の重量による反力だけとなるため、掘削反力は減少する。

【0049】

図9は図8に示すバケット姿勢3の変化に対する掘削反力 F の変化を示すグラフである。掘削動作時にバケット6の先端が土砂に接触してからバケット姿勢3が大きくなるにつれて（図の左方向に移動するにつれて）掘削反力 F が変化することが示されている。上述の図6に示す掘削力反力テーブル32は、このバケット姿勢3と掘削反力 F との関係をテーブル化する。

10

【0050】

掘削反力 F が図9に示すように変化した場合、掘削反力 F は予め設定された第一閾値 F_a 及び第二閾値 F_b を超えていないので、掘削動作は通常のままオペレータのレバー操作のとおりに行われる。ここで、第一閾値 F_a は、掘削している土砂によりバケット6に所定の負荷が作用したと判定するための値である。すなわち、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えた場合であっても、バケット6の動きが土砂の負荷により鈍化することはないが、レバー操作によって掘削動作をさらに進めると、バケット6の動きが土砂の負荷により鈍化してしまうおそれがある。また、第二閾値 F_b は、掘削している土砂によりバケット6に過大な負荷がかかったと判定するための上限値である。すなわち、掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えた場合は、レバー操作によって掘削動作をさらに進めると、バケット6が土砂

20

【0051】

そこで、第一実施形態では、アーム5を閉じながら掘削動作を行っている途中で掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えた場合には、駆動源の出力を増大させるパワーアップ運転を開始させる。掘削動作を進めた場合にバケット6に作用する負荷がさらに増大したとしても、バケット6の動きを鈍化させないようにするためである。

【0052】

また、第一実施形態では、アーム5を閉じながら掘削動作を行っている途中で掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えた場合には、ブーム上げ制御が実行される。具体的には、一旦アーム閉じ動作を中断し、あるいはアーム閉じ動作を継続させながら、ブーム4を上げて掘削深さ H を浅くする。掘削深さ H を浅くすることで、バケット6に加わる土砂の反力が低減されるためであり、再びアーム閉じ動作を継続し、掘削動作を最後まで行うことができるようにするためである。

30

【0053】

図10はコントローラ30が行う上述の掘削動作の制御フローチャートである。まず、掘削動作が開始されると、ステップST1において、ブームシリンダ7のロッド側圧力 P_r がブームシリンダ7のボトム側圧力 P_b より大きいかが判定される（ステップST1）。この判定はバケット6が土砂に接触したか否かの判定に利用される。バケット6が上方から土砂に着地（接触）すると、土砂の反力がブーム4に伝わるため、ブームシリンダ7のロッド側圧力 P_r が、ブームシリンダ7のボトム側圧力 P_b より大きな値となる。

40

【0054】

ステップST1において、ブームシリンダ7のロッド側圧力 P_r が、ブームシリンダ7のボトム側圧力 P_b より大きな値ではない（ステップST1のNO）と判定されると、処理はステップST2に進み、掘削反力をゼロ（ $F=0$ ）とする。続いて、処理はステップST1に戻り、ロッド側圧力 P_r がボトム側圧力 P_b より大きいかが再び判定される。

【0055】

ステップST1において、ブームシリンダ7のロッド側圧力 P_r が、ブームシリンダ7のボトム側圧力 P_b より大きな値である（ステップST1のYES）と判定されると、掘削反力 F が生じているため、処理はステップST3に進む。

50

【 0 0 5 6 】

ステップ S T 3 では、上述の図 6 に示す掘削反力算出方法により掘削反力が算出される。続いて、ステップ S T 4 において、算出された掘削反力が第一閾値 F a より大きいかが判定される。すなわち、ステップ S T 4 において、バケット 6 に所定の負荷が作用しているかが判定される。

【 0 0 5 7 】

ステップ S T 4 において、掘削反力が第一閾値 F a 以下である（ステップ S T 4 の N O ）と判定されると、処理はステップ S T 5 に進む。ステップ S T 5 では、バケット 6 に所定の負荷が作用していないので通常の掘削動作を継続してもよいと判断し、処理はステップ S T 3 に戻って再び掘削反力を算出する。一方、ステップ S T 4 において、掘削反力が第一閾値 F a より大きい（ステップ S T 4 の Y E S ）と判定されると、処理はステップ S T 6 に進む。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S T 6 では、電動発電機 1 2 によるアシスト運転が開始され、かつ、メインポンプ 1 4 の吐出流量が増大される。続いて、ステップ S T 7 において、掘削反力が第二閾値 F b より大きいかが判定される。すなわち、ステップ S T 7 において、バケット 6 が過負荷となっているかが判定される。

【 0 0 5 9 】

ステップ S T 7 において、掘削反力が第二閾値 F b 以下である（ステップ S T 7 の N O ）と判定されると、処理はステップ S T 3 に戻り、再び掘削反力を算出してから、ステップ S T 4 以降の処理を繰り返す。一方、ステップ S T 7 において、掘削反力が第二閾値 F b より大きい（ステップ S T 7 の Y E S ）と判定されると、処理はステップ S T 8 に進む。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S T 8 では、ブーム上げ制御が実行される。具体的には、掘削動作を一旦停止し、あるいはアーム閉じ動作を継続させながら、ブーム 4 を自動的に上げて掘削深さを浅くして掘削反力 F を減少させ、掘削動作を継続できるようにする。

【 0 0 6 1 】

その後、処理はステップ S T 8 からステップ S T 3 に戻り、再び掘削反力を算出してから、ステップ S T 4 以降の処理を繰り返す。以上の処理は、オペレータのレバー操作による掘削動作が終了するまで継続して行われる。

30

【 0 0 6 2 】

図 1 1 はコントローラ 3 0 が電動発電機 1 2 によるパワーアップ運転を開始させる際の掘削反力 F、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q、エンジン回転数 N、パワーアップ指令（アシストトルク指令）、及びブーム上げ指令の時間的推移を示す図である。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 (A) ~ (E) の実線は、第一実施形態の処理が実行される場合（掘削反力が第一閾値 F a を超えたときにパワーアップ運転を開始させる場合であり、以下「第一実施形態の場合」とする。）の時間的推移を示す。

【 0 0 6 4 】

また、図 1 1 (A) ~ (D) の破線は、比較対象となる処理が実行される場合（エンジン回転数 N が閾値 N 0 を下回ったときにアシスト運転を開始させる場合であり、以下「比較形態の場合」とする。）の時間的推移を示す。

40

【 0 0 6 5 】

また、パワーアップ指令は、電動発電機 1 2 によるアシスト運転を開始させるためのアシストトルク指令であり、値 1 のときにアシスト運転を開始させる。ブーム上げ指令は、ブーム上げ制御を開始させるための指令であり、値 1 のときにブーム上げ制御を開始させる。

【 0 0 6 6 】

時刻 0 から t 1 において、オペレータはアーム操作レバーをアーム 5 が閉じる方向に最

50

大に傾けており、掘削反力 F は時間が進むにしたがい大きくなる。このとき、メインポンプ 14 の吐出流量 Q は、現在の吐出圧に応じた最大吐出量である Q_1 を吐出している。

【0067】

ここで、比較形態の場合には、時刻 t_1 において掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えたとしても、メインポンプ 14 は吐出流量 Q を変化させずに Q_1 を吐出し続ける。

【0068】

そして、時刻 t_2 において、土砂による負荷の増大によりエンジン回転数 N が所定レベルまで減少すると、メインポンプ 14 の吐出流量 Q は減少し始める。また、アタッチメントによる掘削動作は土砂による負荷の増大により停止してしまい、掘削反力 F は第一閾値 F_a 付近で推移する。

【0069】

そして、時刻 t_3 において、エンジン回転数 N が閾値 N_0 を下回ると、アシストトルク指令が発せられて電動発電機 12 によるアシスト運転が開始され、エンジン回転数 N は通常時の目標回転数である第一設定値 N_1 に復帰する。また、メインポンプ 14 の吐出流量 Q も Q_1 に復帰し、掘削動作が再開され、掘削反力 F が第一閾値 F_a を上回るレベルで推移できるようにする。

【0070】

一方、第一実施形態の場合には、時刻 t_1 において掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えると、アシストトルク指令の値が値 1 となり、アシストトルク指令が発せられて電動発電機 12 によるアシスト運転が開始される。これにともない、メインポンプ 14 の斜板傾転角が調節され、メインポンプ 14 の吐出流量 Q が Q_1 から Q_2 に増大する。メインポンプ 14 の吐出流量 Q の増大に応じて、アーム 5 による掘削動作はさらに進められ、掘削反力 F は第一閾値 F_a を超えて増大する。このように、メインポンプ 14 の吐出流量の増大により、メインポンプ 14 の馬力を増大させることができる。

【0071】

そして、時刻 t_4 において、掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えると、ブーム上げ指令の値が値 1 となり、ブーム上げ指令が発せられてブーム上げ制御が開始される。これによって、ブーム 4 が所定角度だけ上昇し、土砂による負荷の減少により掘削反力 F は減少に転じる。掘削反力 F の減少にともない、メインポンプ 14 の斜板傾転角が調節され、メインポンプ 14 の吐出流量 Q は Q_2 から Q_1 に減少する。

【0072】

そして、時刻 t_5 において、掘削反力 F が第一閾値 F_a を下回ると、アシストトルク指令の出力が中止されて電動発電機 12 によるアシスト運転が停止する。

【0073】

このように、第一実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えたところで頭打ちとなる前に（すなわち、掘削動作が鈍化しあるいは停止する前に）電動発電機 12 によるアシスト運転を開始させる。このため、第一実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えて増大するのを許容し、掘削動作をより円滑にして掘削作業効率を向上させることができる。

【0074】

図 12 はコントローラ 30 が電動発電機 12 によるパワーアップ運転を開始させる際のメインポンプ 14 の吐出流量 Q と吐出圧 P との関係を示す PQ 線図である。

【0075】

第一実施形態では、 t_1 にてパワーアップ運転が開始されると電動発電機 12 によるアシスト運転が開始され、メインポンプ 14 が吸収できる馬力は実線で示される状態から破線で示される状態まで増大する。

【0076】

また、パワーアップ運転が開始されると斜板傾転角の調整が行われ、メインポンプ 14 の吐出流量 Q は、図 11 (B) の時刻 t_1 から t_2 までの推移で示されるように、 Q_1 から Q_2 に増大する。なお、 Q_1 は、パワーアップ運転開始前の吐出圧 P_1 での最大吐出量

10

20

30

40

50

であり、Q 2 は、パワーアップ運転開始後の吐出圧 P 1 での最大吐出量である。

【 0 0 7 7 】

その結果、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えて増大することからも明らかなように（図 1 1 (A) 参照。）、アタッチメントによる掘削動作は、円滑に継続され、掘削作業効率が向上する。

【 0 0 7 8 】

以上の構成により、第一実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えた場合にパワーアップ運転を開始させる。その結果、掘削反力 F が大きくなった場合にも、アタッチメントの動きを鈍化させることなく掘削動作を継続させることができ、掘削作業効率を向上させることができる。

10

【 0 0 7 9 】

また、第一実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えた場合にブーム上げ制御を開始させる。その結果、掘削反力 F が過度に大きくなった場合にも、アタッチメントの動きを停止させることなく掘削動作を継続させることができ、掘削作業効率を向上させることができる。

【実施例 2】

【 0 0 8 0 】

次に、図 1 3 ~ 図 1 5 を参照しながら、本発明の第二実施形態に係るハイブリッド式ショベルについて説明する。

【 0 0 8 1 】

20

第二実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、エンジン 1 1 によるパワーアップ運転を実行する点において、電動発電機 1 2 によるパワーアップ運転を実行する第一実施形態に係るハイブリッド型ショベルと相違し、その他の点において共通する。

【 0 0 8 2 】

そのため、共通部分の説明を省略しながら、相違部分を詳細に説明することとする。なお、ここでは、第一実施形態で用いた参照符号をそのまま用いることとする。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、第二実施形態においてコントローラ 3 0 が行う掘削動作の制御フローチャートであり、ステップ S T 1 6 以外は図 1 0 の制御フローチャートと同じである。

【 0 0 8 4 】

30

具体的には、ステップ S T 1 4 において、掘削反力が第一閾値 F_a より大きい（ステップ S T 1 4 の Y E S ）と判定されると、処理はステップ S T 1 6 に進む。

【 0 0 8 5 】

ステップ S T 1 6 では、エンジン 1 1 の回転数を増大し、かつ、メインポンプ 1 4 の吐出流量を増大することによってパワーアップ運転を開始させる。

【 0 0 8 6 】

図 1 4 は、図 1 1 に対応する図であり、コントローラ 3 0 がエンジン 1 1 によるパワーアップ運転を開始させる際の掘削反力 F、駆動源出力 W、エンジン回転数 N、パワーアップ指令（噴射量増大指令）、及びブーム上げ指令の時間的推移を示す図である。なお、駆動源出力 W は、エンジン 1 1 による出力 W_E と電動発電機 1 2 による出力（アシストトルク） W_M とを含む値である。

40

【 0 0 8 7 】

図 1 4 (A) ~ (E) の実線は、第二実施形態の処理が実行される場合（掘削反力が第一閾値 F_a を超えたときにパワーアップ運転を開始させる場合であり、以下「第二実施形態の場合」とする。）の時間的推移を示す。また、図 1 4 (A) ~ (D) の破線は、図 1 1 同様、比較形態の場合の時間的推移を示す。また、第二実施形態におけるパワーアップ指令は、エンジン 1 1 に対する燃料噴射量を増大させてエンジン 1 1 の回転数を増大させるための噴射量増大指令であり、値 1 のときにエンジン回転数を増大させる。なお、比較形態におけるパワーアップ指令は、図 1 1 同様、電動発電機 1 2 によるアシスト運転を開始させるためのアシストトルク指令であり、値 1 のときにアシスト運転を開始させる

50

。

【 0 0 8 8 】

時刻 0 から t_1 において、オペレータはアーム操作レバーをアーム 5 が閉じる方向に最大に傾けており、掘削反力 F は時間が進むにしたがい大きくなる。このとき、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q は、現在の吐出圧に応じた最大吐出量である Q_1 を吐出する（図 1 1 (B) 参照。）。

【 0 0 8 9 】

ここで、比較形態の場合には、時刻 t_1 において掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えたとしても、エンジン 1 1 は回転数 N を変化させずに第一設定値 N_1 で回転し続けようとし、駆動源出力 W （この段階ではエンジン出力 W_E のみで構成される。）は一時的に増大する

10

。

【 0 0 9 0 】

そして、時刻 t_2 において、土砂による負荷の増大によりエンジン回転数 N が所定レベルまで減少すると、駆動源出力 W （エンジン出力 W_E ）は減少に転じる。また、アタッチメントによる掘削動作は土砂による負荷の増大により停止してしまい、掘削反力 F は第一閾値 F_a 付近で推移する。

【 0 0 9 1 】

そして、時刻 t_3 において、エンジン回転数 N が閾値 N_0 を下回ると、アシストトルク指令が発せられて電動発電機 1 2 によるアシスト運転が開始され、エンジン回転数 N は通常時の目標回転数である第一設定値 N_1 に復帰する。また、駆動源出力 W （この段階ではエンジン出力 W_E と電動発電機出力 W_M との合計で構成される。）は当初（エンジン出力 W_E のみで構成される場合）より高いレベルで推移し、掘削動作が再開され、掘削反力 F が第一閾値 F_a を上回るレベルで推移する。

20

【 0 0 9 2 】

一方、第二実施形態の場合には、時刻 t_1 において掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えると、エンジン回転数が第一設定値 N_1 から第二設定値 N_2 へ変更される。これにより、噴射量増大指令が発せられてエンジン 1 1 の回転数が増大する。また、エンジン 1 1 の回転数の増大に応じて駆動源出力 W （エンジン出力 W_E ）も増大する。また、これにともない、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q が Q_1 から Q_2 に増大する（図 1 1 (B) 参照。）。メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q が増大すると、アーム 5 による掘削動作はさらに進められ、掘削反力 F は第一閾値 F_a を超えて増大する。このように、メインポンプ 1 4 の吐出流量の増大により、メインポンプ 1 4 の馬力を増大させることができる。

30

【 0 0 9 3 】

そして、時刻 t_4 において、掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えると、ブーム上げ指令が発せられてブーム上げ制御が開始される。これによって、ブーム 4 が所定角度だけ上昇し、土砂による負荷の減少により掘削反力 F は減少する。掘削反力 F の増大とともに増大していた駆動源出力 W （エンジン出力 W_E ）も、掘削反力 F の減少とともに減少に転じる。その後、掘削反力 F の減少にともない、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q は Q_2 から Q_1 に減少する（図 1 1 (B) 参照。）。

【 0 0 9 4 】

そして、時刻 t_5 において、掘削反力 F が第一閾値 F_a を下回ると、噴射量増大指令の出力が中止されてエンジン 1 1 の回転数が第一設定値 N_1 に復帰する。

40

【 0 0 9 5 】

このように、第二実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えたところで頭打ちとなる前に（すなわち、掘削動作が鈍化あるいは停止する前に）エンジン 1 1 の回転数を増大させる。このため、第二実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えて増大するのを許容し、掘削動作をより円滑にして掘削作業効率を向上させることができる。

【 0 0 9 6 】

図 1 5 はコントローラ 3 0 がエンジン 1 1 によるパワーアップ運転を開始させる際のメ

50

インポンプ 14 の吐出流量 Q と吐出圧 P との関係を示す PQ 線図である。

【0097】

第二実施形態では、パワーアップ運転が開始されるとエンジン 11 の回転数が増大し、メインポンプ 14 が吸収できる馬力は実線で示される状態から破線で示される状態まで増大する。

【0098】

また、パワーアップ運転が開始されると、メインポンプ 14 の吐出流量 Q は Q_1 から Q_2 に増大する。なお、 Q_1 は、パワーアップ運転開始前の吐出圧 P_1 での最大吐出量であり、 Q_2 は、パワーアップ運転開始後の吐出圧 P_1 での最大吐出量である。

【0099】

その結果、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えて増大することからも明らかのように（図 14 (A) 参照。）、アタッチメントによる掘削動作は、円滑に継続され、掘削作業効率が向上する。

【0100】

以上の構成により、第二実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、第一実施形態に係るハイブリッド型ショベルと同様の効果を実現させることができる。

【実施例 3】

【0101】

次に、図 16 及び図 17 を参照しながら、本発明の第三実施形態に係るハイブリッド式ショベルについて説明する。

【0102】

第三実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、エンジン 11 及び電動発電機 12 の双方によるパワーアップ運転を実行する点において、電動発電機 12、エンジン 11 のそれぞれによるパワーアップ運転を実行する第一、第二実施形態に係るハイブリッド型ショベルと相違し、その他の点において共通する。

【0103】

そのため、共通部分の説明を省略しながら、相違部分を詳細に説明することとする。なお、ここでは、第一、第二実施形態で用いた参照符号をそのまま用いることとする。

【0104】

図 16 は、第三実施形態においてコントローラ 30 が行う掘削動作の制御フローチャートであり、ステップ $ST26$ 以外は図 10 及び図 13 の制御フローチャートと同じである。

【0105】

具体的には、ステップ $ST24$ において、掘削反力が第一閾値 F_a より大きい（ステップ $ST24$ の YES ）と判定されると、処理はステップ $ST26$ に進む。

【0106】

ステップ $ST26$ では、電動発電機 12 によるアシスト運転を開始し、エンジン 11 の回転数を増大し、かつ、メインポンプ 14 の吐出流量を増大することによってパワーアップ運転を開始させる。

【0107】

図 17 は、図 11 及び図 14 に対応する図であり、コントローラ 30 がエンジン 11 及び電動発電機 12 の双方によるパワーアップ運転を開始させる際の掘削反力 F 、駆動源出力 W 、エンジン回転数 N 、パワーアップ指令（アシストトルク指令及び噴射量増大指令）、並びにブーム上げ指令の時間的推移を示す図である。なお、駆動源出力 W は、図 14 同様、エンジン 11 による出力 W_E と電動発電機 12 による出力（アシストトルク） W_M とを含む値である。

【0108】

図 17 (A) ~ (E) の実線は、第三実施形態の処理が実行される場合（掘削反力が第一閾値 F_a を超えたときにパワーアップ運転を開始させる場合であり、以下「第三実施形態の場合」とする。）の時間的推移を示す。また、図 17 (A) ~ (D) の破線は、図 1

10

20

30

40

50

1 及び図 1 4 と同様、比較形態の場合の時間的推移を示す。なお、図 1 7 における比較形態での推移は、図 1 4 の場合と同じである。

【 0 1 0 9 】

また、第三実施形態におけるパワーアップ指令は、電動発電機 1 2 によるエンジン 1 1 の回転数を第一設定値 N_1 から第二設定値 N_2 まで増大させるアシストトルク指令で構成される。そのため、値 1 のときにアシスト運転を開始させ、かつ、エンジン回転数を増大させる。なお、比較形態におけるパワーアップ指令は、図 1 1 及び図 1 4 と同様、電動発電機 1 2 によるアシスト運転を開始させるためのアシストトルク指令であり、値 1 のときにアシスト運転を開始させる。

【 0 1 1 0 】

時刻 0 から t_1 において、オペレータはアーム操作レバーをアーム 5 が閉じる方向に最大に傾けており、掘削反力 F は時間が進むにしたがい大きくなる。このとき、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q は、現在の吐出圧に応じた最大吐出量である Q_1 を吐出する（図 1 1 (B) 参照。）。

【 0 1 1 1 】

第三実施形態の場合には、時刻 t_1 において掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えると、エンジン 1 1 の回転数設定値が第二設定値 N_2 へ変更され、アシストトルク指令が発せられる。これにより、電動発電機 1 2 によるアシスト運転が開始し、エンジン 1 1 の回転数が増大する。また、駆動源出力 W は、アシスト運転の開始とエンジン回転数の増大とに応じて増大する。また、これにともない、メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q が Q_1 から Q_2 に増大する（図 1 1 (B) 参照。）。メインポンプ 1 4 の吐出流量 Q が増大すると、アーム 5 による掘削動作はさらに進められ、掘削反力 F は第一閾値 F_a を超えて増大する。そして、エンジン 1 1 の回転数を第二設定値 N_2 に維持するように、噴射量増大指令が発せられる。このように、メインポンプ 1 4 の吐出流量の増大により、メインポンプ 1 4 の馬力を増大させることができる。

【 0 1 1 2 】

そして、時刻 t_4 において、掘削反力 F が第二閾値 F_b を超えると、ブーム上げ指令が発せられてブーム上げ制御が開始される。これによって、ブーム 4 が所定角度だけ上昇し、土砂による負荷の減少により掘削反力 F は減少する。掘削反力 F の増大とともに増大していた駆動源出力 W (エンジン出力 W_E + 電動発電機出力 W_M) も、掘削反力 F の減少とともに減少に転じる。また、掘削反力 F の減少にともない、吐出圧が減少し、メインポンプ 1 4 の馬力が低下する。

【 0 1 1 3 】

そして、時刻 t_5 において、掘削反力 F が第一閾値 F_a を下回ると、アシストトルク指令の出力が中止されてアシスト運転が停止し、かつ、エンジン 1 1 の回転数が第一設定値 N_1 に復帰する。

【 0 1 1 4 】

このように、第三実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えたところで頭打ちとなる前に（すなわち、掘削動作が鈍化あるいは停止する前に）、アシスト運転を開始させ、かつ、エンジン 1 1 の回転数を増大させる。このため、第三実施形態の場合には、掘削反力 F が第一閾値 F_a を超えて増大するのを許容し、掘削動作をより円滑にして掘削作業効率を向上させることができる。

【 0 1 1 5 】

図 1 8 はコントローラ 3 0 がエンジン 1 1 及び電動発電機 1 2 の双方によるパワーアップ運転を開始させる際のメインポンプ 1 4 の吐出流量 Q と吐出圧 P との関係を示す P Q 線図である。

【 0 1 1 6 】

第三実施形態では、パワーアップ運転が開始されると電動発電機 1 2 によるアシスト運転が開始され、メインポンプ 1 4 の馬力は実線で示される状態から破線で示される状態まで増大する。さらに、エンジン 1 1 の回転数が増大され、メインポンプ 1 4 の馬力は破線

10

20

30

40

50

で示される状態から一点鎖線で示される状態までさらに増大する。なお、アシスト運転の開始による馬力の増大、及び、エンジン回転数の増大による馬力の増大の順番は不同であり、両者が同時に行われてもよい。

【0117】

また、パワーアップ運転が開始されると、メインポンプ14の吐出流量QはQ1からQ2に増大する(図11(B)参照。)。なお、Q1は、パワーアップ運転開始前の吐出圧P1での最大吐出量であり、Q2は、パワーアップ運転開始後の吐出圧P1での最大吐出量である。

【0118】

その結果、掘削反力Fが第一閾値F_aを超えて増大することからも明らかのように(図17(A)参照。)、アタッチメントによる掘削動作は、円滑に継続され、掘削作業効率が向上する。

10

【0119】

以上の構成により、第三実施形態に係るハイブリッド式ショベルは、第一、第二実施形態のそれぞれに係るハイブリッド型ショベルと同様の効果を実現させることができる。

【0120】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることなく、本発明の範囲を逸脱することなしに上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0121】

20

例えば、第二実施例において、ハイブリッド式ショベルは、電動発電機12を持たないショベルであってもよい。エンジン回転数を増大させることによってパワーアップ運転が実行されるため、電動発電機12を備える必要がないためである。

【0122】

図19は、電動発電機12を持たないショベルの一例である油圧式ショベルの駆動系の構成を示すブロック図である。この油圧式ショベルは、エンジン11がメインポンプ14及びパイロットポンプ15に直接接続される点、電動発電系、蓄電系、及び負荷駆動系が省略される点、及び、旋回用電動機21の代わりに旋回用油圧モータ2Aを備える点で、図2のハイブリッド型ショベルと相違するが、その他の点で共通する。

【0123】

30

以上の構成により、この油圧式ショベルは、第二実施形態に係るハイブリッド型ショベルと同様の効果を実現させることができる。

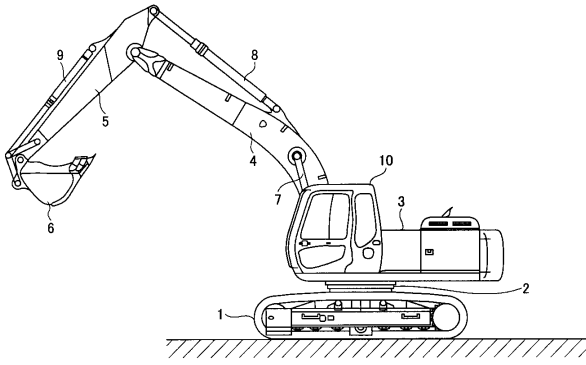
【符号の説明】

【0124】

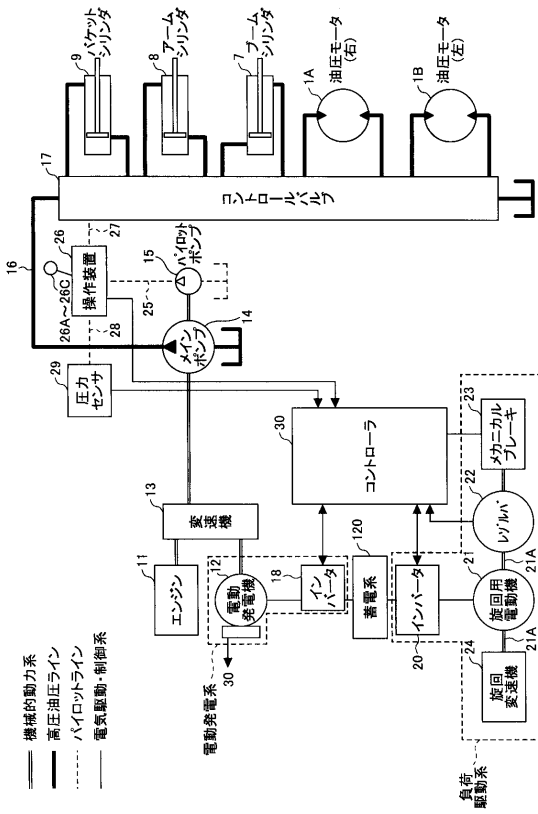
1・・・下部走行体 1A、1B・・・走行用油圧モータ 2・・・旋回機構 2A・・・旋回用油圧モータ 3・・・上部旋回体 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 7・・・ブームシリンダ 8・・・アームシリンダ 9・・・バケットシリンダ 10・・・キャビン 11・・・エンジン 12・・・電動発電機 13・・・変速機 14・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 16・・・高圧油圧ライン 17・・・コントロールバルブ 18、20・・・インバータ 19・・・キャパシタ 21・・・旋回用電動機 22・・・レゾルバ 23・・・メカニカルブレーキ 24・・・旋回変速機 25・・・パイロットライン 26・・・操作装置 26A、26B・・・レバー 26C・・・ペダル 27・・・油圧ライン 28・・・油圧ライン 29・・・圧力センサ 30・・・コントローラ 100・・・昇降圧コンバータ 110・・・DCバス 111・・・DCバス電圧検出部 112・・・キャパシタ電圧検出部 113・・・キャパシタ電流検出部 120・・・蓄電系

40

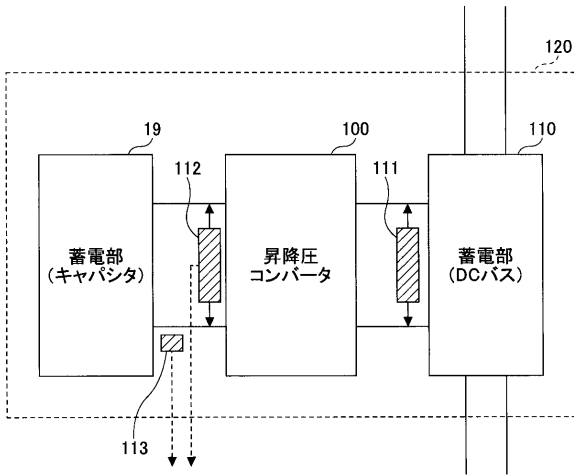
【図1】



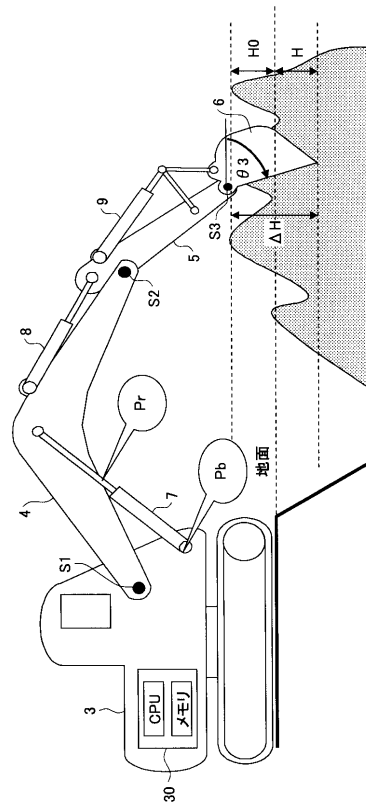
【図2】



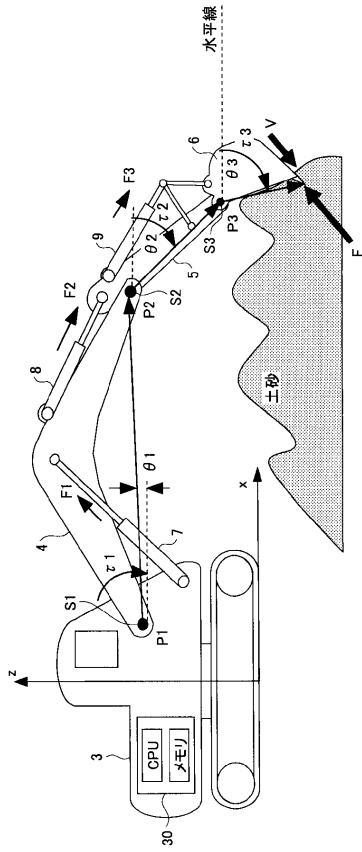
【図3】



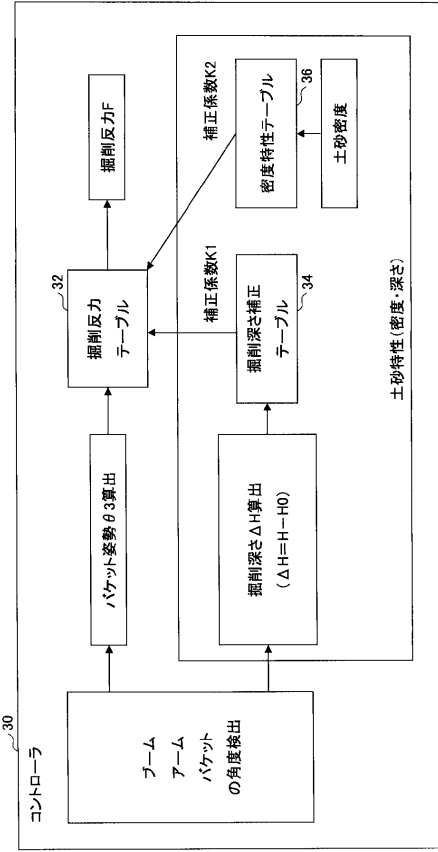
【図4】



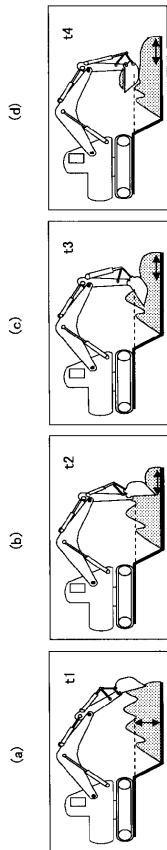
【図5】



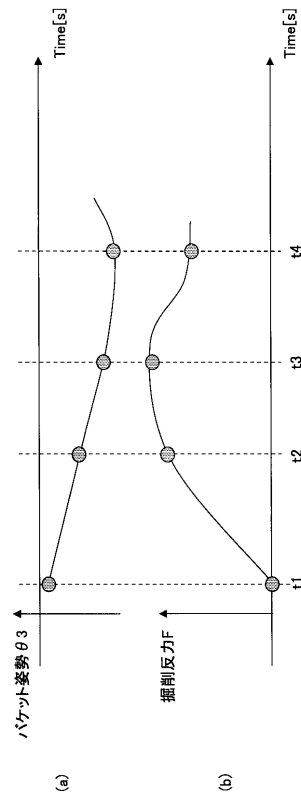
【図6】



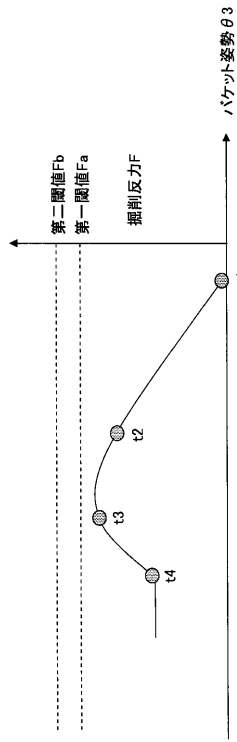
【図7】



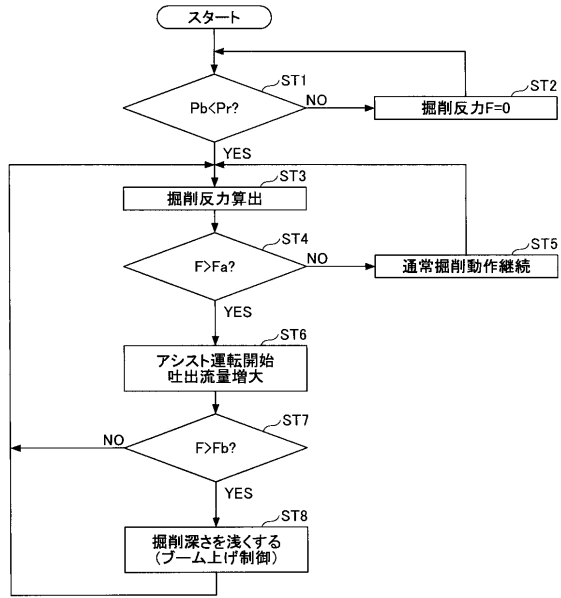
【図8】



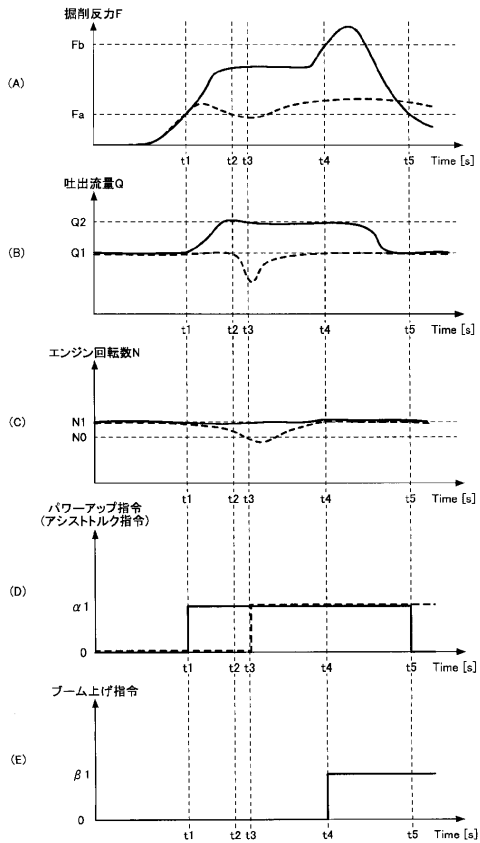
【図9】



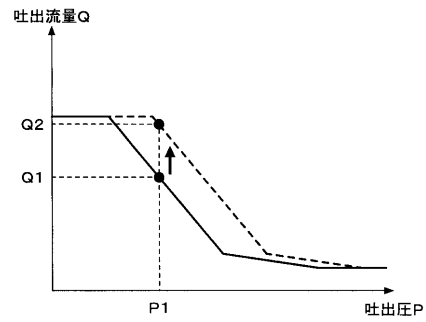
【図10】



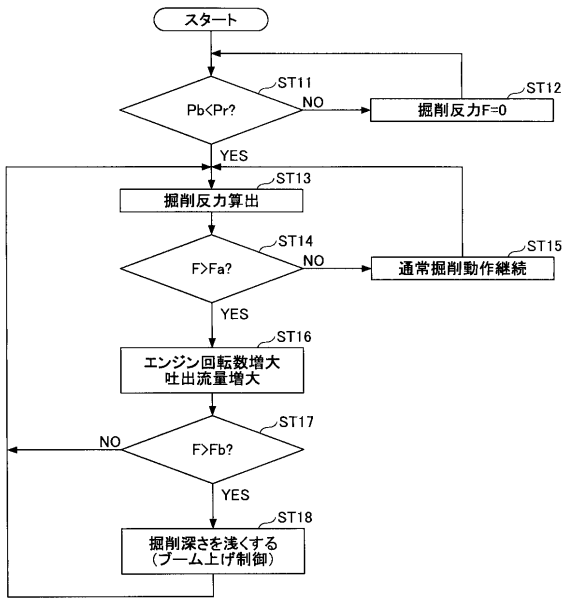
【図11】



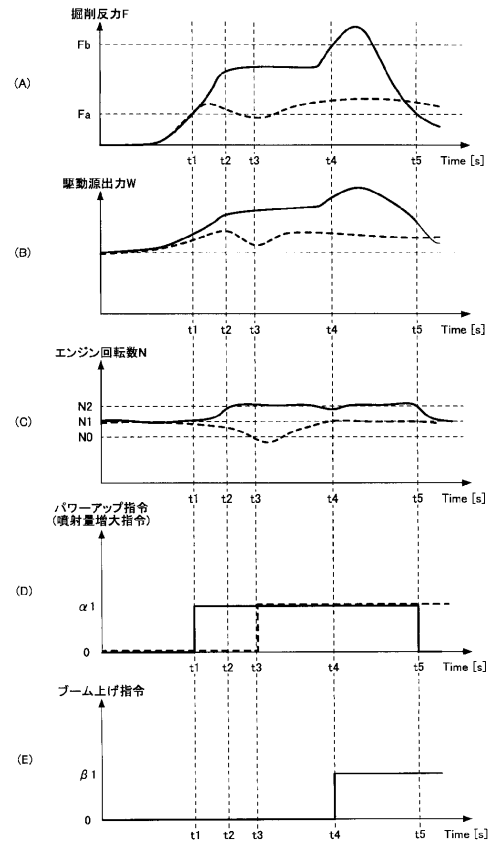
【図12】



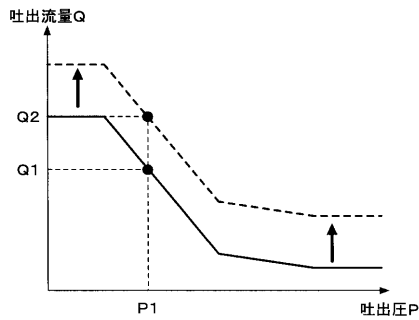
【図13】



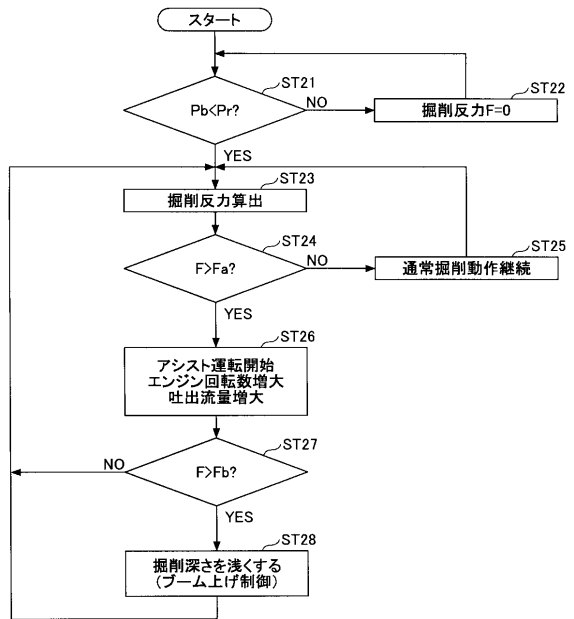
【図14】



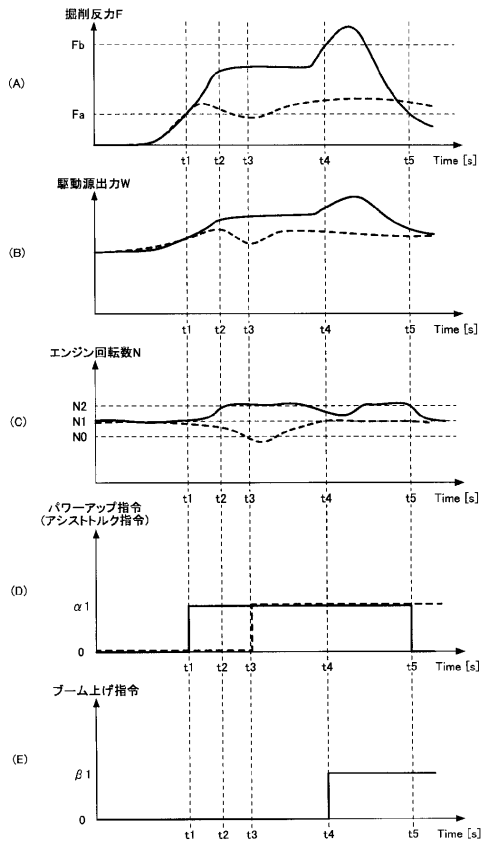
【図15】



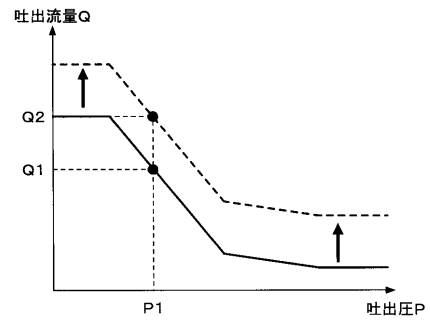
【図16】



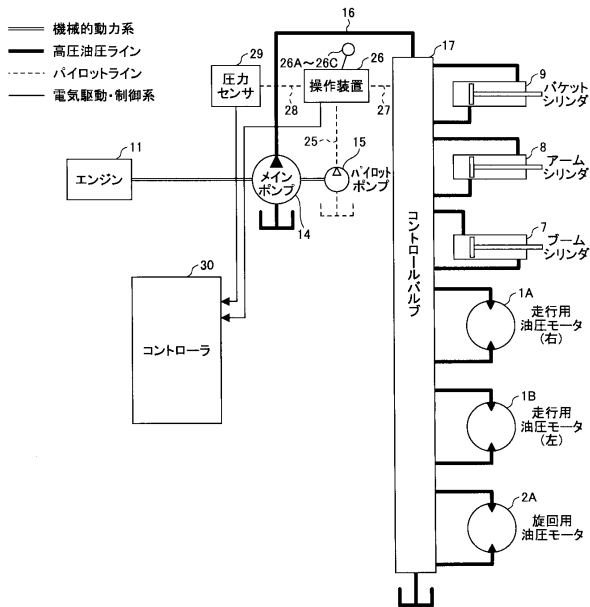
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-174447(JP,A)
特開2001-182719(JP,A)
特開平08-081977(JP,A)
特開昭61-146929(JP,A)
特開2008-110825(JP,A)
特開2002-275945(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 9/20 - 9/22