

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-160661  
(P2016-160661A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
<b>E O 2 F</b>	<b>9/20</b>	<b>(2006.01)</b>	E O 2 F	9/20	Z	2 D 0 0 3
<b>F O 2 D</b>	<b>29/04</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 D	29/04	G	3 G 0 9 3
<b>F O 2 D</b>	<b>29/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F O 2 D	29/00	B	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2015-40722 (P2015-40722)  
(22) 出願日 平成27年3月2日 (2015.3.2)

(71) 出願人 000005522  
日立建機株式会社  
東京都台東区東上野二丁目16番1号  
(74) 代理人 110001829  
特許業務法人開知国際特許事務所  
(72) 発明者 吉田 肇  
滋賀県甲賀市水口町笹が丘1-2  
株式会社日立建機テ  
イエラ 滋賀工場内  
(72) 発明者 野口 修平  
滋賀県甲賀市水口町笹が丘1-2  
株式会社日立建機テ  
イエラ 滋賀工場内  
Fターム(参考) 2D003 AA01 AB05 AB06 BB01 CA02  
CA10 DA02 DA04 DB03  
最終頁に続く

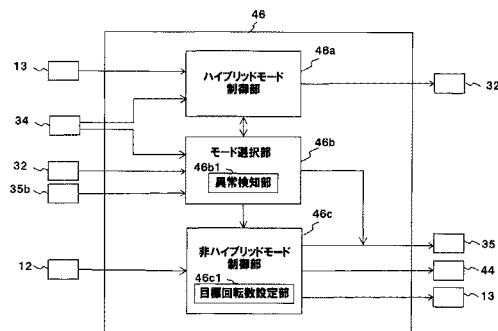
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド式作業機械

(57) 【要約】

【課題】ハイブリッド方式を採用してエンジンを小型化することにより燃費の向上、排ガス特性の改善及び騒音の低減を図るとともに、電動駆動系が使用できなくなった場合にエンジンをストールを起こすことなくエンジンだけで作業機械を動作できるようにする。

【解決手段】発電・電動機31と蓄電装置33を含む電動駆動系3を使用するハイブリッドモードと電動駆動系3を停止させる非ハイブリッドモードのいずれかを選択できるようにし、非ハイブリッドモードが選択されたとき、電動駆動系3を停止させ、かつ油圧ポンプ21の最大吸収トルクを低下させる減トルク制御とエンジン11の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを行う。

【選択図】 図11



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エンジンと、

このエンジンによって駆動される油圧ポンプと、

この油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される複数の油圧アクチュエータと、

前記エンジンの目標回転数を指示するエンジン回転数指示装置と、

前記エンジンの実回転数であるエンジン回転数を検出するエンジン回転数検出装置と、

前記エンジンに燃料の燃料噴射量を調整するガバナ装置と、

前記エンジンに連結された発電・電動機と、

前記発電・電動機との間で電力を授受する蓄電装置とを備え、

10

前記エンジンは、前記ガバナ装置の燃料噴射量が最大であるときの全負荷特性と、前記ガバナ装置の燃料噴射量が最大に増加するまでのレギュレーション特性とを含む出力トルク特性を有し、前記全負荷特性は、前記エンジン回転数が定格回転数から所定回転数に低下するにしたがって前記エンジンの出力トルクが増加し、前記エンジン回転数が所定回転数まで低下すると前記エンジンの出力トルクが最大トルクとなるように設定されているハイブリッド式作業機械において、

前記エンジンは、前記エンジン回転数が定格回転数にあるときのエンジン出力トルクである前記エンジンの定格トルクが前記油圧ポンプの最大吸収トルクよりも小さく、前記エンジンの出力トルクだけでは前記油圧ポンプの最大吸収トルクを賄えない大きさにダウンサイジングされたエンジンであり、

20

前記発電・電動機を電動機として駆動し、前記油圧ポンプをアシスト駆動するよう前記発電・電動機を制御する第 1 制御装置と、

前記発電・電動機と前記蓄電装置を含む電動駆動系を使用するハイブリッドモードと前記電動駆動系を停止させる非ハイブリッドモードのいずれかを選択するモード選択装置と

、  
前記モード選択装置において前記非ハイブリッドモードが選択されたとき、前記電動駆動系を停止させ、かつ前記油圧ポンプの最大吸収トルクを低下させる減トルク制御と前記エンジンの目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを行う第 2 制御装置とを備えることを特徴とするハイブリッド式作業機械。

30

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のハイブリッド式作業機械において、

前記エンジンは、前記エンジンの最大トルクが前記油圧ポンプの最大吸収トルクよりも小さく、前記エンジンの出力トルクだけでは前記油圧ポンプの最大吸収トルクを賄えない大きさにダウンサイジングされていることを特徴とするハイブリッド式作業機械。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載のハイブリッド式作業機械において、

前記第 2 制御装置は、前記油圧ポンプの最大吸収トルクが前記エンジンの定格トルクより大きく、最大トルクよりも小さくなるよう前記減トルク制御を行い、前記エンジンの最大馬力回転数における前記エンジンの出力トルクが前記油圧ポンプの減トルク制御により低下した最大吸収トルクに一致するかそれよりも大きくなるよう前記エンジン回転数低下制御を行うことを特徴とするハイブリッド式作業機械。

40

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載のハイブリッド式作業機械において、

前記モード選択装置は前記電動駆動系の異常を検知する異常検知装置を含み、この異常検知装置が前記電動駆動系の異常を検知するとき、前記非ハイブリッドモードを選択することを特徴とするハイブリッド式作業機械。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載のハイブリッド式作業機械において、

前記モード選択装置は前記電動駆動系の異常を検知する異常検知装置を含み、この異常検知装置が前記電動駆動系の異常を検知するとき、前記電動駆動系全体の停止が必要かど

50

うかの第1判定を行い、この第1判定の結果がNOであるときは更に前記発電・電動機の停止が必要かどうかの第2判定を行い、前記第1判定の結果がYESであるとき或いは前記第2判定の結果がYESであるときに前記非ハイブリッドモードを選択し、前記第2判定の結果がNOであるときは警告を出力することを特徴とするハイブリッド式作業機械。

【請求項6】

請求項1に記載のハイブリッド式作業機械において、

前記モード選択装置はオペレータによって操作されるモード選択スイッチを含み、このモード選択スイッチが前記非ハイブリッドモードを指示するとき、前記非ハイブリッドモードを選択することを特徴とするハイブリッド式作業機械。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド式作業機械に係わり、特に小型の油圧ショベル等のハイブリッド式作業機械に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、油圧ショベル等の建設機械に代表される作業機械においては、燃費の向上、排ガス特性の改善及び騒音の低減等の観点から、エンジン(ディーゼルエンジン)と電動機を併用するハイブリッド式作業機械が開発され、一部実用化されている。このようなハイブリッド式作業機械として例えば特許文献1に記載のものがある。

20

【0003】

特許文献1に記載のハイブリッド式作業機械(建設機械)では、エンジンによって駆動される油圧ポンプの補助動力源として発電・電動機を設け、走行速度切換スイッチの指示が走行高速にない通常作業時或いは走行低速時には、油圧ポンプの要求トルクがエンジン出力トルクよりも小さいとみなして、発電・電動機の出力アシストを行わず、エンジン出力トルクのみで油圧ポンプを駆動し、走行速度切換スイッチの指示が走行高速に切り換わって走行モータが高速小容量モードに切り換わる走行高速時には、油圧ポンプの要求トルクがエンジン出力トルクよりも大きくなるとみなして、バッテリーの電力で発電・電動機を電動機として作動させて出力アシストを行い、エンジン出力トルクと電動機出力トルクの両方で油圧ポンプを駆動している。また、バッテリーの電力で発電・電動機を電動機として作動させるとき、バッテリーの充電量が不十分となった場合は、油圧ポンプの減トルク制御によってエンジンに強制的に余剰トルクを発生させ、発電・電動機を発電機として作動させてバッテリーの急速充電を行っている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-149226

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

特許文献1に記載のハイブリッド式建設機械によれば、走行高速時に発電・電動機を駆動して電動機として作動させエンジンの出力トルク不足分を補うため、エンジンの定格出力トルクを下げることでエンジンをダウンサイジングすることが可能になり、燃費の向上、排ガス特性の改善及び騒音の低減が可能となる。また、排ガス特性が改善されるため、排出ガス後処理装置の小型化或いは簡略化が可能となり、場合によっては排出ガス後処理装置をなくすことも可能であり、これによりエンジンのダウンサイジング化によるコスト低減と相まってエンジンの製作コストを低減することができ、機械全体の価格を安くすることができる。また、ミニショベルのような小型の建設機械におけるレイアウト面の困難性を回避することができる。

【0006】

50

しかし、特許文献1に記載のハイブリッド式建設機械においては、蓄電装置や電動・発電機を含む電動駆動系が使用できなくなった場合の手当がなされておらず、電動駆動系が何らかの理由で使用できなくなった場合に建設機械を適切に動作させることができないという問題があった。

【0007】

電動駆動系が使用できなくなる例として、電動駆動系に異常が発生した場合がある。この場合、電動駆動系を停止させ、退避運転を行う必要がある。退避運転とは、油圧シヨベルを修理・点検のため作業現場から安全な場所まで移動する動作であり、油圧シヨベルが不整地で作業をしていた場合は、フロント作業機などを使用して油圧シヨベルを不整地から脱出させる動作も含まれる。

10

【0008】

しかし、特許文献1においては、電動駆動系が使用できなくなった場合の手当は考慮されていないため、電動駆動系に異常が発生したときに電動駆動系が安全性の観点から停止してしまい、エンジンの定格トルクが油圧ポンプの最大吸収トルクよりも小さくなるようエンジンをダウンサイジングした場合は、走行速度切換スイッチの指示で走行高速に切り換えて移動するとき、油圧ポンプの吸収トルクがエンジンの定格トルクを上回ってエンジンストールを起こしてしまう。このため走行高速での移動ができず、修理・点検のための移動に時間を要し、適切なタイミングで適切な措置をとることができないという問題がある。

20

【0009】

電動駆動系が使用できなくなる場合の他の例として、経年変化で電動駆動系が使用できなくなる場合がある。この場合も、従来は、走行速度切換スイッチの指示で走行高速に切り換えて移動するとき、油圧ポンプの吸収トルクがエンジンの定格トルクを上回ると、エンジンストールを起こしてしまうため、油圧シヨベルの使い勝手が悪くなる、修理費が高額になるという問題がある。

【0010】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ハイブリッド方式を採用してエンジンを小型化することにより燃費の向上、排ガステ性の改善及び騒音の低減を図るとともに、電動駆動系が使用できなくなった場合にエンジンストールを起こすことなくエンジンだけで作業機械を動作させることができるハイブリッド式作業機械を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明は、エンジンと、このエンジンによって駆動される油圧ポンプと、この油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される複数の油圧アクチュエータと、前記エンジンの目標回転数を指示するエンジン回転数指示装置と、前記エンジンの実回転数であるエンジン回転数を検出するエンジン回転数検出装置と、前記エンジンの燃料噴射量を調整するガバナ装置と、前記エンジンに連結された発電・電動機と、前記発電・電動機との間で電力を授受する蓄電装置とを備え、前記エンジンは、前記ガバナ装置の燃料噴射量が最大であるときの全負荷特性と、前記ガバナ装置の燃料噴射量が最大に増加するまでのレギュレーション特性とを含む出力トルク特性を有し、前記全負荷特性は、前記エンジン回転数が定格回転数から所定回転数に低下するにしたがって前記エンジンの出力トルクが増加し、前記エンジン回転数が所定回転数まで低下すると前記エンジンの出力トルクが最大トルクとなるように設定されているハイブリッド式作業機械において、前記エンジンは、前記エンジン回転数が定格回転数にあるときのエンジン出力トルクである前記エンジンの定格トルクが前記油圧ポンプの最大吸収トルクよりも小さく、前記エンジンの出力トルクだけでは前記油圧ポンプの最大吸収トルクを賄えない大きさにダウンサイジングされたエンジンであり、前記発電・電動機を電動機として駆動し、前記油圧ポンプをアシスト駆動するよう前記発電・電動機を制御する第1制御装置と、前記発電・電動機と前記蓄電装置を含む電動駆動系を使用するハイブリッドモードと前記電動駆動系を

40

50

停止させる非ハイブリッドモードのいずれかを選択するモード選択装置と、前記モード選択装置において前記非ハイブリッドモードが選択されたとき、前記電動駆動系を停止させ、かつ前記油圧ポンプの最大吸収トルクを低下させる減トルク制御と前記エンジンの目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを行う第2制御装置とを備えるものとする。

#### 【0012】

このように構成した本発明においては、第1制御装置を設け、発電・電動機を電動機として駆動し、油圧ポンプをアシスト駆動するよう発電・電動機を制御するようにしたため、エンジンの出力トルクだけでは油圧ポンプの最大吸収トルクを賄えない大きさにエンジンがダウンサイジングされていても、高速走行時等、油圧ポンプの吸収トルクが最大となる高負荷作業も含め、従来通りの作業が可能となる。また、エンジンをダウンサイジングしたため、燃費の向上、排ガステ性の改善及び騒音の低減を図ることができる。

10

#### 【0013】

また、モード選択装置と第2制御装置を設け、非ハイブリッドモードを選択できるようにし、非ハイブリッドモードが選択されたとき、電動駆動系を停止させかつ油圧ポンプの最大吸収トルクを低下させる減トルク制御とエンジンの目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを行うようにしたため、電動駆動系が使用できなくなった場合に非ハイブリッドモードを選択することで、エンジンストールを起こすことなくエンジンだけで作業機械を動作させることができる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によれば、ハイブリッド方式を採用してエンジンを小型化することにより燃費の向上、排ガステ性の改善及び騒音の低減を図るとともに、電動駆動系が使用できなくなった場合にエンジンストールを起こすことなくエンジンだけで作業機械を動作させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図1】本発明の一実施の形態に係わるハイブリッド式作業機械の駆動システム（ハイブリッド駆動システム）を示す図である。

【図2】ポンプレギュレータの構成の詳細を示す図である。

30

【図3】ポンプレギュレータのトルク制御によるポンプトルク特性図である。

【図4】油圧系のコントロールバルブと複数の油圧アクチュエータのうち、左右の走行用油圧モータに係わる油圧回路部分を示す図である。

【図5】本実施の形態に係わる油圧ショベルの外観を示す図である。

【図6】エンジンコントローラの制御機能を示す機能ブロック図である。

【図7】エンジンコントローラの燃料噴射量制御部が演算に用いる燃料噴射量特性を示す図である。

【図8】図7に示す燃料噴射特性により燃料噴射量が制御されたときのエンジンの出力トルク特性を示す図であり、目標回転数が最大であるときのものである

【図9】目標回転数とエンジン出力馬力と最大馬力回転数の関係を示す図である。

40

【図10】図3のポンプトルク特性図にエンジンの最大トルク $T_{Emax}$ と定格トルク $T_{opt}$ を重ねて示す図である。

【図11】車体コントローラの制御機能を示す機能ブロック図である。

【図12】車体コントローラのハイブリッドモード制御部の処理手順を示すフローチャートである。

【図13】車体コントローラのモード選択部及び非ハイブリッドモード制御部のそれぞれの処理手順を説明するフローチャートである。

【図14】図8に示したエンジンの出力トルクとアシスト制御による発電・電動機の出力トルクを組み合わせたハイブリッド駆動システムの出力トルク特性を示す図であり、図8と同様、目標回転数が最大であるときのものである。

50

【図 15】アシスト制御によるシステム出力トルクの変化を示す図である。

【図 16】バッテリー充電制御によるシステム出力トルクの変化を示す図である。

【図 17】油圧ポンプの減トルク制御とエンジンの回転数低下制御の効果を示す図である。

【図 18 A】従来一般的なミニショベルの油圧ポンプの P Q 特性（馬力特性）と代表的な出力使用範囲との関係を示す図である。

【図 18 B】同ミニショベルのエンジン出力馬力特性と代表的な出力使用範囲との関係を示す図である。

【図 18 C】従来一般的なミニショベルのエンジンの出力トルク特性を示す図である。

【図 19 A】本発明の実施の形態のミニショベルの油圧ポンプの P Q 特性（馬力特性）と代表的な出力使用範囲との関係を示す図である。

【図 19 B】エンジンと発電・電動機とを組み合わせたハイブリッド駆動システムの出力馬力特性と代表的な出力使用範囲との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0017】

図 1 は、本発明の一実施の形態に係わるハイブリッド式作業機械の駆動システム（ハイブリッド駆動システム）を示す図である。本実施の形態において、作業機械は例えば 8 トンクラス以下の小型の油圧ショベルである。

【0018】

図 1 において、本実施の形態の油圧ショベルのハイブリッド駆動システムはエンジン駆動系 1 と、油圧駆動系 2 と、電動駆動系 3 と、制御系 4 とを有している。

【0019】

エンジン駆動系 1 は、ディーゼルエンジン 11 と、エンジンコントローラ 13 と、電子ガバナ 14 と、エンジン回転数検出装置 15 とを備えている。ディーゼルエンジン 11 は、後述する如く、従来のもよりもダウンサイジングされた（エンジン出力の小さい）エンジンである。電子ガバナ 14 に代えてメカニカルガバナを用いてもよい。

【0020】

エンジン回転数検出装置 15 は、エンジン 11 の実際の回転数（エンジン回転数）を検出するものであり、エンジンコントローラ 13 は、エンジン 11 の目標回転数（後述）とエンジン回転数検出装置 15 によって検出したエンジン 11 の実回転数（エンジン回転数）とを入力し、その目標回転数とエンジン回転数とに基づいて目標燃料噴射量を求め、電子ガバナ 14 を制御する。電子ガバナ 14 は、その目標燃料噴射量に基づいてエンジンの各気筒に噴射される燃料噴射量を調整し、エンジン出力トルクと回転数を制御する。目標回転数とは、エンジン 11 に負荷が投入されていないときのエンジン回転数を意味する。エンジン回転数検出装置 15 によって検出されたエンジン回転数の信号は、エンジンコントローラ 13 を介して車体コントローラ 46（後述）にも入力される。

【0021】

エンジン 1 の出力軸は大径ギヤ 6a と小径ギヤ 6b からなる動力分配機 6 を介して油圧駆動系 2 と電動駆動系 3 に接続されている。

【0022】

油圧駆動系 2 は、油圧ポンプ 21 及びパイロットポンプ 22 と、コントロールバルブ 23 と、複数の油圧アクチュエータ 24a ~ 24h と、複数の操作装置 25, 26 とを備えている。

【0023】

油圧ポンプ 21 はエンジン 11 の出力軸に大径ギヤ 6a と小径ギヤ 6b からなる動力分配機 6 を介して接続され、エンジン 11 により駆動される。油圧ポンプ 21 から吐出された圧油はコントロールバルブ 23 を介して複数の油圧アクチュエータ 24a ~ 24h に供給され、それぞれの被駆動体を駆動する。油圧ポンプ 21 は可変容量型であり、押しのけ

10

20

30

40

50

容積可変機構（例えば斜板）21aと、押しのけ容積可変機構21aの傾転位置を調整し、油圧ポンプ21の容量を制御するポンプレギュレータ27とを備えている。

【0024】

複数の油圧アクチュエータ24a～24hは、左右の走行用油圧モータと、それ以外の油圧アクチュエータを含み、それ以外の油圧アクチュエータは、例えば、ブーム用油圧シリンダ、アーム用油圧シリンダ、バケット用油圧シリンダ、スイング用油圧シリンダ、ブレード用油圧シリンダを含む（後述）。

【0025】

コントロールバルブ23は複数の油圧アクチュエータ24a～24hに対応する複数のメインプールを内蔵し、これらメインプールは操作装置25, 26から出力される油圧信号により切換操作される。操作装置25は左右の走行用の操作装置を代表したものであり、操作装置26は走行以外の操作装置を代表したものである。

10

【0026】

電動駆動系3は、発電・電動機31と、インバータ32と、バッテリー（蓄電装置）33と、バッテリーコントローラ34とを備えている。

【0027】

発電・電動機31はエンジン11の出力軸に動力分配機6を介して接続され、バッテリー33の充電量の不足時にエンジン11に余剰トルクがあるときは、その余剰トルクによって駆動されて発電機として作動する。発電・電動機31が発生した電気エネルギーはインバータ32を介してバッテリー33に蓄電される。また、発電・電動機31は、バッテリー33の充電状態（SOC）が規定値以上でありかつ油圧ポンプ21をアシスト駆動する必要があるときは、インバータ32を介してバッテリー33の電気エネルギーが供給され、電動機として作動する。

20

【0028】

制御系4は、エンジンコントロールダイヤル12と、操作パネル35と、走行速度切換スイッチ41と、トルク制御電磁弁44と、走行速度切替電磁弁45と、車体コントローラ46とを備えている。

【0029】

エンジンコントロールダイヤル12はオペレータの操作によりエンジンの目標回転数を指示するものである。操作パネル35はモニタ35aを有し、このモニタ35aに後述する警告情報を含む種々の情報が表示される。また、操作パネル35はモード選択スイッチ35bを有している。モード選択スイッチ35bは、電動駆動系3を使用するハイブリッドモードと電動駆動系3を使用しない非ハイブリッドモードのいずれを選択するかをオペレータ又は保守員が指示するものである。モード選択スイッチ35bに代えて、モニタ35aの表示操作でハイブリッドモードと非ハイブリッドモードのいずれを選択するかを指示するようにしてもよい。走行速度切換スイッチ41は走行高速と走行低速のいずれを選択するかを指示するものである。

30

【0030】

車体コントローラ46は、エンジンコントロールダイヤル12、走行速度切換スイッチ41、トルク制御電磁弁44及び走行速度切替電磁弁45と電氣的に接続されている。また、車体コントローラ46はインバータ32、バッテリーコントローラ34、操作パネル35及びエンジンコントローラ13とも電氣的に接続されている。車体コントローラ46は、モード選択スイッチ35b、エンジンコントロールダイヤル12及び走行速度切換スイッチ41のそれぞれの指示信号、バッテリーコントローラ34の蓄電情報及びエンジンコントローラ13のエンジン情報を入力し、所定の演算処理を行い、インバータ32、トルク制御電磁弁44、走行速度切替電磁弁45及びエンジンコントローラ13に制御信号を出力するとともに、操作パネル35に表示信号を出力する。

40

【0031】

図2はポンプレギュレータ27の構成の詳細を示す図である。

【0032】

50

ポンプレギュレータ 27 は、複数の操作装置 25, 26 の操作量に基づく要求流量に応じた流量を吐出するよう油圧ポンプ 21 の押しのけ容積可変機構 21a の傾転位置を制御する（したがって油圧ポンプ 21 の容量を制御する）LS 制御部等の要求流量応答制御部と、油圧ポンプ 21 の最大吸収トルクを予め定められた値を超えないように油圧ポンプ 21 の押しのけ容積可変機構 21a の最大傾転位置を制御する（したがって油圧ポンプ 21 の最大容量を制御する）トルク制御部とを有している。図 2 は、図示の簡略化のため、トルク制御部のみ図示している。また、動力分配機 6 は図示を省略している。

#### 【0033】

図 2 において、ポンプレギュレータ 27 は、油圧ポンプ 21 の押しのけ容積可変機構 21a に作動的に連結された制御スプール 27a と、この制御スプール 27a に対して油圧ポンプ 21 の容量増加方向に作用する第 1 及び第 2 の 2 つのパネ 27b, 27c と、スプール 27a に対して油圧ポンプ 21 の容量減少方向に作用する第 1 及び第 2 の 2 つの受圧部 27d, 27e とを有している。第 1 受圧部 27d には油圧ポンプ 21 の吐出圧力がパイロットライン 27f を介して導入され、第 2 受圧部 27e にはトルク制御電磁弁 44 からの制御圧力が制御油路 27g を介して導入される。第 1 及び第 2 パネ 27b, 27c は油圧ポンプ 21 の最大吸収トルクを設定するものであり、第 2 受圧部 27e はその最大吸収トルクを調整する（減トルク制御する）ものである。第 1 パネ 27b は第 2 パネ 27c よりも長く、制御スプール 27a が図示の初期位置にあるときは第 1 パネ 27b のみが制御スプール 27a に接触して、制御スプール 27a を図示右方向に付勢する。制御スプール 27a が図示左方向にある程度移動すると第 2 パネ 27c も制御スプール 27a に接触して、第 1 及び第 2 パネ 27b, 27c の両方が制御スプール 27a を図示右方向に付勢する。

#### 【0034】

トルク制御電磁弁 44 は、車体コントローラ 46 から制御信号が出力されていないときは図示の OFF 位置にあり、ポンプレギュレータ 27 の第 2 受圧部 27e をタンクに連通させる。車体コントローラ 46 から制御信号が出力されると、トルク制御電磁弁 44 は ON 位置に切り換えられ、第 2 受圧部 27e に制御圧力としてパイロットポンプ 22 の吐出圧力が導かれる。パイロットポンプ 22 の吐出圧力はパイロットリリーフ弁 28 により一定の値（例えば 4 Mpa）に保たれている。

#### 【0035】

図 3 はポンプレギュレータ 27 のトルク制御によるポンプトルク特性図であり、横軸は油圧ポンプ 21 の吐出圧力を示し、縦軸は油圧ポンプ 21 の容量を示している。

#### 【0036】

図 3 において、符号 TP1 及び TP2 で示される 2 つの直線（実線）からなる折れ曲がり線は第 1 及び第 2 の 2 つのパネ 27b, 27c により設定される最大吸収トルクの特性であり、直線 TP1, TP2 に接する符号 TPLc で示される曲線は油圧ポンプ 21 の最大吸収トルク（トルク制御の制限トルク）を示している。

#### 【0037】

ポンプレギュレータ 27 のトルク制御部は、油圧ポンプ 21 の吐出圧力に応じて油圧ポンプ 21 の押しのけ容積可変機構 21a の最大傾転位置（したがって油圧ポンプ 21 の最大容量）を制限することで油圧ポンプ 21 の最大吸収トルクを制限する。トルク制御電磁弁 44 が図 2 に示す OFF 位置にあるとき、ポンプレギュレータ 27 の第 2 受圧部 27e はタンクに連通し、最大吸収トルク特性は第 1 及び第 2 の 2 つのパネ 27b, 27c によって実線の直線 TP1, TP2 からなる折れ曲げ線のように設定される。この場合、油圧ポンプ 21 の吐出圧力の上昇時に吐出圧力が第 1 の値 P1 を超える前は、油圧ポンプ 21 の吐出圧力が導かれる第 1 受圧部 27d の油圧力は第 1 パネ 27b の付勢力より小さく、油圧ポンプ 21 の最大容量は  $q_{max}$  に維持される。すなわち、油圧ポンプ 21 の容量は要求流量応答制御部の制御により  $q_{max}$  まで増加させることができる。油圧ポンプ 21 の吐出圧力が更に上昇して第 1 の値 P1 を超えると、油圧ポンプ 21 の吐出圧力が導かれる第 1 受圧部 27d の油圧力は第 1 パネ 27b の付勢力より大きくなり、制御スプール 2

7 a は図示左方向に移動して、油圧ポンプ 2 1 の最大容量は折れ曲げ線の直線 T P 1 に沿って減少する。これにより要求流量応答制御部により制御される油圧ポンプ 2 1 の容量は直線 T P 1 が規定する最大容量以下に制限され、油圧ポンプ 2 1 の吸収トルク（ポンプ吐出圧力と容量の積）は制限トルク T P L c を超えないように制御される。

【 0 0 3 8 】

油圧ポンプ 2 1 の吐出圧力が更に上昇して第 2 の値 P 2 を超えると、制御スプール 2 7 a は第 2 パネ 2 7 c にも接触して、油圧ポンプ 2 1 の吐出圧力の上昇量に対する制御スプール 2 7 a の移動量の割合（油圧ポンプ 2 1 の容量の減少割合）は減少し、油圧ポンプ 2 1 の最大容量は直線 T P 1 よりも傾きの小さい直線 T P 2 に沿って減少する。この場合も、油圧ポンプ 2 1 の吸収トルクは制限トルク T P L c を超えないように制御される。油圧ポンプ 2 1 の吐出圧力がメインリリーフ弁 2 9 の設定圧力に達すると、それ以上油圧ポンプ 2 1 の吐出圧力の上昇は阻止される。

10

【 0 0 3 9 】

トルク制御電磁弁 4 4 が O N 位置に切り換わると、第 2 受圧部 2 7 e に制御圧力が導かれ、制御スプール 2 7 a には第 2 受圧部 2 7 e の油圧力が第 1 及び第 2 パネ 2 7 b , 2 7 c の付勢力に対向して作用する。これにより第 1 及び第 2 パネ 2 7 b , 2 7 c による最大吸収トルクの設定は、第 2 受圧部 2 7 e の油圧力の分だけ減少するよう調整され、最大吸収トルク特性は、実線の直線 T P 1 , T P 2 からなる折れ曲げ線から一点鎖線の直線 T P 3 , T P 4 からなる折れ曲げ線へとシフトする。その結果、油圧ポンプ 2 1 の吐出圧力の上昇時、油圧ポンプ 2 1 の最大容量は折れ曲げ線の一点鎖線の直線 T P 3 , T P 4 に沿って減少する。このときの油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルク（ポンプ吐出圧力と最大容量の積）は直線 T P 1 , T P 2 の最大吸収トルク T P L c から直線 T P 3 , T P 4 に接する曲線の T P L d へと小さくなる。本願明細書では、この制御を減トルク制御という。

20

【 0 0 4 0 】

図 4 は、油圧系のコントロールバルブと複数の油圧アクチュエータのうち、左右の走行用油圧モータに係わる油圧回路部分を示す図である。図中、左右の走行用のメインスプールを符号 2 3 a , 2 3 b で示し、左右の走行用油圧モータを符号 2 4 a , 2 4 b で示している。左右の油圧モータ 2 4 a , 2 4 b はメインスプール 2 3 a , 2 3 b を介して油圧ポンプ 2 1 に接続されている。

【 0 0 4 1 】

左右の油圧モータ 2 4 a , 2 4 b はそれぞれ可変容量型であり、押しのけ容積可変機構（斜板）2 4 a 1 , 2 4 b 1 と、押しのけ容積可変機構 2 4 a 1 , 2 4 b 1 をそれぞれ駆動する制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 とを備えている。制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 の一側には受圧部 2 4 a 3 , 2 4 b 3 が形成され、その反対側にはパネ 2 4 a 4 , 2 4 b 4 が配置されている。受圧部 2 4 a 3 , 2 4 b 3 は走行速度切替電磁弁 4 5 を介してパイロットポンプ 2 2 とタンクに接続されている。

30

【 0 0 4 2 】

走行速度切替電磁弁 4 5 は車体コントローラ 4 6 から出力される制御信号により図示の O F F 位置から O N 位置に切り換わる。車体コントローラ 4 6 は、走行速度切替スイッチ 4 1 が走行低速を指示しているときは走行速度切替電磁弁 4 5 を O F F 位置に保持し、走行速度切替スイッチ 4 1 が走行高速を指示するときは制御信号を出力し、走行速度切替電磁弁 4 5 を O N 位置に切り換える。

40

【 0 0 4 3 】

走行速度切替電磁弁 4 5 が図示の O F F 位置にあるとき、制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 の受圧部 2 4 a 3 , 2 4 b 3 はタンクに連通しており、制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 はパネ 2 4 a 4 , 2 4 b 4 の力で押されて図示の位置にあって、押しのけ容積可変機構 2 4 a 1 , 2 4 b 1 は大傾転位置（大容量位置）に保持されている。走行速度切替電磁弁 4 5 が O N 位置に切り換えられると、制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 の受圧部 2 4 a 3 , 2 4 b 3 に制御圧力としてパイロットポンプ 2 2 の吐出圧力が導かれ、これにより制御ピストン 2 4 a 2 , 2 4 b 2 が作動して、押しのけ容積可変機構 2 4 a 1 , 2 4 b 1 は

50

大傾転位置（大容量位置）から小傾転位置（小容量位置）へと切り換えられる。大傾転位置では油圧モータ 24 a, 24 b は低速回転が可能であり、走行低速に適した状態となり（低速大容量モード）、小傾転位置では油圧モータ 24 a, 24 b は高速回転が可能であり、走行高速に適した状態となる（高速小容量モード）。

【0044】

図5は本実施の形態に係わる油圧ショベルの外観を示す図である。

【0045】

図5において、油圧ショベルは後方小旋回型の小型の油圧ショベルであり、この油圧ショベルは、下部走行体 101 と、この下部走行体 101 上に旋回可能に搭載された上部旋回体 102 と、この上部旋回体 102 の先端部分にスイングポスト 103 を介して上下及び左右方向に回動可能に連結されたフロント作業機 104 とを備えている。下部走行体 101 はクローラ方式であり、トラックフレーム 105 の前方側に上下動可能な排土用のブレード 106 が設けられている。上部旋回体 102 は基礎下部構造をなす旋回台 107 と、旋回台 107 上に設けられたキャビン（運転室） 108 とを備えている。フロント作業機 104 はブーム 111 と、アーム 112 と、バケット 113 とを備え、ブーム 111 の基端はスイングポスト 103 にピン結合され、ブーム 111 の先端はアーム 112 の基端にピン結合され、アーム 112 の先端はバケット 113 にピン結合されている。

10

【0046】

上部旋回体 102 は下部走行体 101 に対して図示しない旋回モータにより旋回駆動され、スイングポスト 103 及びフロント作業機 104 は旋回台 107 に対してスイングシリンドラ 24 g により左右に回動駆動され、ブーム 111、アーム 112、バケット 113 は、それぞれ、ブームシリンドラ 24 c、アームシリンドラ 24 d、バケットシリンドラ 24 e を伸縮することにより上下に回動駆動される。下部走行体 101 は左右の走行モータ 24 a, 24 b により回転駆動され、ブレード 106 はブレードシリンドラ 24 h により上下に駆動される。

20

【0047】

次に、本発明の制御の詳細を説明する。

【0048】

図6はエンジンコントローラ 13 の制御機能を示す機能ブロック図である。エンジンコントローラ 13 は減算部 13 a と燃料噴射制御部 13 b とを有している。

30

【0049】

減算部 13 a は車体コントローラ 46 から目標回転数を入力し、この目標回転数からエンジン回転数検出装置 15 によって検出したエンジン回転数を減算し、回転数偏差  $N$  を算出する。燃料噴射制御部 13 b は、回転数偏差  $N$  に基づいて燃料噴射量を求め、その燃料噴射量を電子ガバナ 14 に与え、エンジン 11 の各気筒に噴射される燃料噴射量を制御する。

【0050】

図7は、燃料噴射量制御部 13 b が演算に用いる燃料噴射量特性を示す図である。図中、横軸は目標回転数とエンジン回転数との偏差  $N$  であり、縦軸は燃料噴射量  $F$  である。この燃料噴射量特性は、回転数偏差  $N$  がゼロであるとき、燃料噴射量  $F$  は最小  $F_{min}$  であり、回転数偏差  $N$  が増大するにしたがって燃料噴射量  $F$  は斜めの直線  $F_1$  の特性に沿って直線比例的に増大するよう設定されている。また、回転数偏差  $N$  がある所定の値  $N_a$  に達すると、燃料噴射量  $F$  は最大  $F_{max}$  となり、それ以上回転数偏差  $N$  が増大したときは、燃料噴射量  $F$  は最大  $F_{max}$  の一定値に保持される。燃料噴射制御部 13 b は、目標回転数毎に燃料噴射量特性を記憶しておき、目標回転数に応じて対応する燃料噴射量特性を選択し、回転数偏差  $N$  を燃料噴射量特性に参照して対応する燃料噴射量を求め、その燃料噴射量を電子ガバナ 14 に出力する。

40

【0051】

図8は、そのように燃料噴射量が制御されたときのエンジン 11 の出力トルク特性を示す図であり、目標回転数が最大であるときのものである。図中、横軸はエンジン回転数で

50

あり、縦軸はエンジン出力トルクである。エンジン 11 の出力トルク特性は、燃料噴射量が最大であるときの全負荷特性  $T_f$  と、電子ガバナ 14 の燃料噴射量が最大に増加するまで図 7 に示した燃料噴射特性に基づいて燃料噴射量が調整されるレギュレーション特性  $T_{gmax}$  とで構成されている。

【0052】

全負荷特性  $T_f$  はエンジン 11 の特性によって定まるものであり、エンジン回転数が定格回転数  $N_{Rmax}$  (後述) から中速の所定回転数  $N_0$  に低下するにしたがってエンジン出力トルクは特性部分  $T_{f1}$  に沿って定格トルク  $T_{opt}$  (後述) から増加し、エンジン回転数が所定回転数  $N_0$  まで低下するとエンジン出力トルクが最大  $T_{Emax}$  となり、エンジン回転数が  $N_0$  から更に低下するにしたがってエンジン出力トルクは特性部分  $T_{f2}$  に沿って減少するよう設定されている。

10

【0053】

レギュレーション特性  $T_{gmax}$  は、図 7 に示した燃料噴射特性に対応して設定されるものであり、本実施の形態では、エンジン回転数が低下するにしたがってエンジン 11 の出力トルクが増大するドループ制御の特性となっている。

【0054】

このドループ制御の特性においては、エンジン 11 に負荷が投入されていないとき燃料噴射量は最小  $F_{min}$  であり、このときのエンジン回転数はレギュレーション特性  $T_{gmax}$  の直線と横軸との交点の  $N_{Tmax}$  である。エンジン 11 の負荷トルク (油圧ポンプ 21 の吸収トルク) が増大し、目標回転数  $N_{Tmax}$  と実回転数との偏差  $N$  が増大するにしたがって燃料噴射量が増大し、それに伴ってエンジン出力トルクはレギュレーション特性  $T_{gmax}$  の斜めの直線に沿って直線比例的に増大する。エンジン 11 の負荷トルクが更に増大し、回転数偏差  $N$  が所定の値  $N_a$  に達すると燃料噴射量は最大となる (図 7)。レギュレーション特性  $T_{gmax}$  の直線と全負荷特性  $T_f$  との交点は燃料噴射量が最大  $F_{max}$  で、エンジン 11 の出力馬力が最大となる点 (後述) であり、このときの回転数 (最大馬力回転数)  $N_{Rmax}$  が定格回転数であり、エンジン出力トルク  $T_{opt}$  が定格トルクとなる。

20

【0055】

目標回転数が最大目標回転数  $N_{Tmax}$  よりも低い  $N_{Tx1}$ ,  $N_{Tx2}$  であるとき、エンジンコントローラ 13 の燃料噴射制御部 13b は目標回転数  $N_{Tx1}$ ,  $N_{Tx2}$  のそれぞれに対応した燃料噴射特性を選択して燃料噴射量を制御し、それぞれに対応してレギュレーション特性は破線  $T_{g1}$ ,  $T_{g2}$  と変化する。その結果、最大馬力回転数は  $N_{R1}$ ,  $N_{R2}$  と低下する。

30

【0056】

図 9 は、目標回転数とエンジン出力馬力と最大馬力回転数の関係を示す図である。図中の実線  $E_{max}$ ,  $E_1$ ,  $E_2$  は、それぞれ目標回転数を  $N_{Tmax}$ ,  $N_{T1}$ ,  $N_{T2}$  に設定した場合のエンジン馬力特性を示している。目標回転数を  $N_{Tmax}$ ,  $N_{T1}$ ,  $N_{T2}$  (以下、 $N_T$  という) に設定したとき、エンジン 11 の出力馬力は、それぞれ、エンジン負荷の増加に応じて実線  $E_{max}$ ,  $E_1$ ,  $E_2$  のように変化し、エンジン回転数が  $N_{Rmax}$ ,  $N_{R1}$ ,  $N_{R1}$  (以下、 $N_R$  という) のときにエンジン出力馬力は最大となる。このエンジン出力が最大となる回転数を最大馬力回転数と言い、目標回転数が最大  $N_{Tmax}$  であるときの最大馬力回転数  $N_{Rmax}$  を定格回転数と言う。

40

【0057】

本実施の形態では、エンジン 11 に負荷が投入されていないときの回転数  $N_{Tmax}$ ,  $N_{Tx1}$ ,  $N_{Tx2}$  を目標回転数と定義したが、最大馬力回転数 (エンジンコントロールダイヤル 12 が指示する目標回転数が最大であるときは定格回転数)  $N_{Rmax}$ ,  $N_{R1}$ ,  $N_{R2}$  を目標回転数と定義してもよい。また、本実施の形態では、レギュレーション特性がドループ制御の特性である場合について説明したが、レギュレーション特性は、エンジン負荷の増加によらずエンジン回転数が一定に保たれるように燃料噴射量を調整するアイソクロナス制御の特性であってもよい。

50

## 【 0 0 5 8 】

図 1 0 は図 3 のポンプトルク特性図にエンジンの最大トルク  $T E m a x e$  と定格トルク  $T o p t$  を重ねて示す図である。

## 【 0 0 5 9 】

エンジン 1 1 は、定格トルク  $T o p t$  が油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルク  $T P L c$  よりも小さく、エンジン 1 1 の出力トルクだけでは油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルク  $T P L c$  を賄えない大きさにダウンサイジング（小型化）されている。また、本実施の形態においては、更にエンジン 1 1 は、定格トルク  $T o p t$  だけでなく最大トルク  $T E m a x e$  も油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルク  $T P L c$  よりも小さい大きさにダウンサイジングされている。また、エンジン 1 1 の最大トルク  $T E m a x e$  は油圧ポンプ 2 1 の減トルク制御後の最大吸収トルク  $T P L d$  よりも大きく、減トルク制御後の最大吸収トルク  $T P L d$  はエンジン 1 1 の定格トルク  $T o p t$  よりも大きくなるように設定されている。すなわち、油圧ポンプ 2 1 の減トルク制御は油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルクをエンジン 1 1 の最大トルク  $T E m a x e$  よりも小さく、エンジン 1 1 の定格トルク  $T o p t$  よりも大きい値  $T P L d$  に低下させる。

10

## 【 0 0 6 0 】

図 1 0 中、 $T o p t c$  はエンジン 1 1 と発電・電動機 3 1 を組み合わせたハイブリッド駆動システムの定格システムトルクであり（後述）、油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルク（制限トルク） $T P L c$  は定格システムトルク  $T o p t c$  よりも所定の余裕分だけ小さく設定されている。

20

## 【 0 0 6 1 】

エンジン 1 1 のダウンサイジングについて別の角度から説明する。図 1 8 A は、従来の一般的なミニショベルの油圧ポンプの  $P Q$  特性（馬力特性）と代表的な出力使用範囲との関係を示す図であり、横軸は油圧ポンプの吐出圧力を示し、縦軸は油圧ポンプの吐出流量を示している。図 1 8 B は、同ミニショベルのエンジン出力馬力特性と代表的な出力使用範囲との関係を示す図であり、横軸はエンジン回転数を示し、縦軸はエンジンの出力馬力を示している。図 1 8 C は、同ミニショベルのエンジンの出力トルク特性を示す図であり、横軸はエンジン回転数を示し、縦軸はエンジンの出力トルクを示している。図 1 8 A、図 1 8 B 及び図 1 8 C は、図 8 と同様、エンジンコントロールダイヤルが指示する目標回転数が最大  $N T m a x$  であるときのものである。

30

## 【 0 0 6 2 】

まず、油圧ポンプの  $P Q$  特性について説明する。油圧ポンプの  $P Q$  特性とは、ある最大吸収トルク特性を持つ油圧ポンプをエンジンで駆動して回転させ、作業を行ったときに得られる油圧ポンプの出力馬力特性である。図 1 8 A の油圧ポンプの  $P Q$  特性は、一例として、図 3 又は図 1 0 に示した最大吸収トルク特性を持つ油圧ポンプ 2 1 の場合のものであり、かつエンジン回転数が定格回転数  $N R m a x d$  にある場合のものである。定格回転数  $N R m a x d$  とは、図 1 8 C のレギュレーション特性  $T g m a x d$  と全負荷特性  $T f d$  の交点におけるエンジン回転数であり、図 1 8 B に示すように、最大目標回転数  $N T m a x$  に基づいて制御されているエンジンの出力馬力が最大となるときのエンジン回転数である。

40

## 【 0 0 6 3 】

一般的なミニショベルの作業状態として、走行高速時と走行低速時と通常作業時とを考える。図 1 8 A 及び図 1 8 B 中、A は走行高速時の代表的な出力使用範囲、B は走行低速時の代表的な出力使用範囲、C は通常作業時の代表的な出力使用範囲を示している。走行高速とは、走行用の油圧モータ 2 4 a , 2 4 b が高速小容量モードにありかつ走行用の操作装置 2 5 が操作されて走行している状態をいい、走行低速とは、走行用の油圧モータ 2 4 a , 2 4 b が低速大容量モードにありかつ走行用の操作装置 2 5 が操作されて走行している状態をいう。通常作業とは、走行以外の操作装置 2 6（特にフロント作業機 1 0 4 に係わる油圧アクチュエータ 2 4 c , 2 4 d , 2 4 e 及び旋回モータのいずれかに係わる操作装置）が操作されて作業を行っている状態をいう。

50

## 【0064】

一般的なミニショベル（小型ショベル）においては、走行高速時Aはスピード（大流量）が必要であり、図18A及び図18Bに示すように走行高速時Aにおける油圧ポンプ21の出力は最も大きくなる。走行低速時B及び通常作業時Cにおいて油圧ポンプ21の出力は走行高速時Aよりも小さい。このことは、通常作業時に油圧ポンプの出力が最も大きくなる中型、大型の油圧ショベルの場合と大きな相違である。

## 【0065】

従来のミニショベルでは、図3又は図10に示した油圧ポンプ21の最大吸収トルク（トルク制御の制限トルク） $T_{PLc}$ は、図18Cに示すように、エンジンの定格トルク $T_{optd}$ よりも所定の余裕分だけ小さく設定されている。図18Aの符号 $H_{PLc}$ は図3又は図10に示した油圧ポンプ21の最大吸収トルク $T_{PLc}$ に対応する油圧ポンプ21の最大吸収馬力を示しており、この油圧ポンプ21の最大吸収馬力 $H_{PLc}$ もエンジンの最大馬力（定格馬力） $H_{Eoptd}$ よりも所定の余裕分だけ小さくなるように設定されている。また、走行高速時は油圧ポンプ21の出力は最も大きくなるため、油圧ポンプ21の最大吸収馬力 $H_{PLc}$ は、走行高速時Aの運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧馬力を賄うことができる大きさに設定されている。

10

## 【0066】

一方、ポンプレギュレータ27の最大吸収トルク特性（図3又は図10）は、第1及び第2の2つのバネ27b, 27cによって実線の直線 $TP1$ ,  $TP2$ からなる折れ曲げ線のように設定されるため、油圧ポンプ21のPQ特性も同様に符号HPで示すように折れ曲げ線形状となり、通常作業時ではエンジンの最大馬力（定格馬力） $H_{Eoptd}$ に対して油圧ポンプ21の出力使用範囲CがPQ特性の折れ曲げ線の交点における凹み分 $X_a$ 分だけXと大きく離れて、余裕がありすぎる状態となる。これは、エンジン出力馬力を有効に使用していないことを意味する。

20

## 【0067】

図19Aは、本実施の形態によるミニショベルの油圧ポンプのPQ特性（馬力特性）と代表的な出力使用範囲との関係を示す図であり、図19Bは、同ミニショベルのエンジン出力馬力特性と代表的な出力使用範囲との関係を示す図である。図19A及び図19Bは、図8と同様、エンジンコントロールダイヤルが指示する目標回転数が最大で $N_{Tmax}$ あるときのものである。

30

## 【0068】

本実施の形態では、エンジン11の最大馬力（定格馬力） $H_{Eopt}$ を図18Bに示した従来の最大馬力（定格馬力） $H_{Eoptd}$ よりも小さくし、油圧ポンプ21の馬力特性HPにおける最大吸収馬力 $H_{PLc}$ を下回る設定とする。更に言えば、本実施の形態では、エンジン11の最大馬力（定格馬力） $H_{Eopt}$ を、走行高速時A以外（走行低速時B及び通常作業時C）の運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧馬力の大部分を賄うことができ、走行高速時Aの運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧馬力を賄うことができない大きさに設定する。このことをエンジン11の出力トルクで言い換えると、エンジン11の定格トルク $T_{opt}$ は、図10に示すように、走行高速時A以外（走行低速時B及び通常作業時C）の運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧トルクの大部分を賄うことができ、走行高速時Aの運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧トルクを賄うことができない大きさに設定されている。

40

## 【0069】

本実施の形態の油圧ショベルは8トンクラス以下の小型の油圧ショベルであり、このような小型の油圧ショベルは、それよりもクラスの大きい中型、大型の油圧ショベルに比べて旋回フレーム上の機器スペースが狭いため、ハイブリッド化した場合に電動駆動系の機器を設置することがレイアウト面で非常に困難である。本実施の形態では、上述したようにエンジン11はエンジン11の出力トルクだけでは油圧ポンプ21の最大吸収トルク $T_{PLc}$ を賄えない大きさ、或いは走行高速時Aの運転状態で油圧ポンプ21に要求される油圧トルクを賄うことができない大きさにダウンサイジングされており、これにより小型

50

の油圧シヨベルであっても電動駆動系の機器の設置スペースを確保しハイブリッド化することが容易となる。

【 0 0 7 0 】

図 1 1 は車体コントローラ 4 6 の制御機能を示す機能ブロック図である。車体コントローラ 4 6 は、ハイブリッドモード制御部 4 6 a ( 電動充電制御部 ; 第 1 制御装置 ) と、モード選択部 4 6 b ( モード選択装置 ) と、非ハイブリッドモード制御部 4 6 c ( 第 2 制御装置 ) とを有している。

【 0 0 7 1 】

図 1 2 はハイブリッドモード制御部 4 6 a の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 7 2 】

まず、ハイブリッドモード制御部 4 6 a は、バッテリーコントローラ 3 4 の蓄電情報から取得したバッテリー充電状態 ( S O C ) が最小限界値よりも大きいかなかを判定する ( ステップ S 9 0 )。最小限界値とは発電・電動機 3 1 のアシスト駆動による作業の継続が不能となる充電状態 ( 例えば 3 0 % ) である。ステップ 9 0 の判定が Y E S ( バッテリー充電状態 > 3 0 % ) であった場合、バッテリー充電状態が第 1 閾値より小さいかなかを判定する ( ステップ S 1 0 0 )。第 1 閾値とは、バッテリー 3 3 の充電状態が発電・電動機 3 1 のアシスト駆動は可能でありかつバッテリー充電制御により充電を行うことが好ましい状態であるかなかを判定する閾値であり、作業の継続が不能となる最小限界値 ( 例えば 3 0 % ) よりも高い値 ( 例えば 5 0 % ) に設定されている。ステップ S 1 0 0 の判定が Y E S ( バッテリー充電状態 < 5 0 % ) であった場合、エンジンコントローラ 1 3 のエンジン回転数情報から取得した現在のエンジン回転数 ( 実回転数 ) が最大馬力回転数 N R より小さいかなかを判定する ( ステップ S 1 1 0 )。前述したように目標回転数が最大 N T m a x であるとき、最大馬力回転数は定格回転数 N R m a x ある。ステップ S 1 1 0 において、現在のエンジン回転数が最大馬力回転数 N R より小さいかなかの判定は、現在のエンジン回転数から最大馬力回転数 N R を差し引いた偏差  $N$  が負の値かどうかを判定することで行ってもよい。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 1 1 0 の判定が Y E S ( エンジン回転数 < 最大馬力回転数 N R ) であった場合、発電・電動機 3 1 を電動機として作動させる制御指令をインバータ 3 2 に出力し、アシスト制御を行い ( ステップ S 1 4 0 )、処理を終了する。ステップ S 1 4 0 のアシスト制御によって、エンジン回転数は上昇して最大馬力回転数 N R に戻され、最大馬力回転数 N R に維持される。発電・電動機 3 1 を電動機として作動させる制御の具体例としては、例えば最大馬力回転数からエンジン回転数 ( 実回転数 ) を差し引いた回転数偏差  $N d$  を求め、この回転数偏差  $N d$  が大きくなるにしたがって駆動トルクが増加するよう制御指令をインバータ 3 2 に出力し、発電・電動機 3 1 を制御すればよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1 1 0 の判定が N O ( エンジン回転数  $\geq$  最大馬力回転数 N R ) であった場合、エンジン 1 1 の負荷トルク ( 油圧ポンプ 2 1 の吸収トルク ) がエンジン 1 1 の定格トルク T o p t よりも小さく、エンジン 1 1 に余裕がある場合であり、この場合は発電・電動機 3 1 を発電機として作動させる制御指令をインバータ 3 2 に出力し、エンジン 1 1 の余剰トルクによって発電・電動機 3 1 を駆動して発電機として作動させ ( ステップ S 1 2 0 )、バッテリー充電制御を行う ( ステップ S 1 3 0 )。これによりエンジン 1 1 の出力トルクは定格トルク T o p t まで増加し、エンジン回転数は最大馬力回転数 N R まで低下し、エンジン出力馬力は最大馬力まで増加する。さらに、エンジン 1 1 の余剰トルクによって発電機 3 1 が駆動され、発電機 3 1 で発電した電力がインバータ 3 2 を介してバッテリー 3 3 に蓄電される。発電・電動機 3 1 を発電機として作動させる制御の具体例としては、例えばエンジン回転数 ( 実回転数 ) から最大馬力回転数を差し引いた回転数偏差  $N c$  を求め、この回転数偏差  $N c$  が大きくなるにしたがって発電トルクが増加するよう制御指令をインバータ 3 2 に出力し、発電・電動機 3 1 を制御すればよい。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 3 0 に続いて、バッテリー充電状態が第 2 閾値より大きいかなかを判定する (ステップ S 1 5 0)。第 2 閾値とは、バッテリー 3 3 の充電が不要かなかを判定するための閾値であり、第 1 閾値よりも高い値 (例えば 7 0 %) に設定されている。ステップ S 1 5 0 で Y E S (バッテリー充電状態 > 7 0 %) と判定された場合は、処理を終了する。一方、ステップ S 1 5 0 で N O (バッテリー充電状態 7 0 %) と判定された場合は、ステップ S 1 1 0 に戻り、ステップ S 1 1 0 以降の処理を繰り返し実行する。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 0 の判定が N O (バッテリー充電状態 5 0 %) であった場合は、ステップ S 1 1 0 と同様にエンジン回転数が最大馬力回転数 N R より小さいかなかを判定する (ステップ S 1 6 0)。ここでの判定も、現在のエンジン回転数から最大馬力回転数 N R を差し引いた偏差 N が負の値かなかを判定することで行ってもよい。ステップ S 1 6 0 の判定が Y E S (エンジン回転数 最大馬力回転数 N R) であった場合、発電・電動機 3 1 を電動機として作動させる制御指令をインバータ 3 2 に出力し (ステップ S 1 4 0)、処理を終了する。これにより、エンジン回転数は最大馬力回転数 N R に維持される。一方、ステップ S 1 6 0 の判定が N O (エンジン回転数 最大馬力回転数 N R) であった場合は、処理を終了する。

10

【 0 0 7 7 】

また、ステップ S 9 0 の判定が N O (バッテリー充電状態 3 0 %) であった場合は、発電・電動機 3 1 のアシスト駆動による作業の継続が不可能な場合であり、ハイブリッドモード制御部 4 6 a は、バッテリー 3 3 の充電状態 (S O C) が異常であることを知らせる異常状態情報を生成し、モード選択部 4 6 b の異常検知部 4 6 b 1 (後述) に出力する。

20

【 0 0 7 8 】

図 1 4 は、図 8 に示したエンジン 1 1 の出力トルクとアシスト制御による発電・電動機 3 1 の出力トルクを組み合わせたハイブリッド駆動システムの出力トルク特性を示す図であり、図 8 と同様、目標回転数が最大 N T m a x であるときのものである。

【 0 0 7 9 】

図 1 4 において、T E m a x c はハイブリッド駆動システムのシステム最大トルクであり、エンジン 1 1 の最大トルク T E m a x e と発電・電動機 3 1 の最大トルク T M m a x の合計である。T o p t c はハイブリッド駆動システムの定格トルクであり、エンジン 1 1 の定格トルク T o p t と発電・電動機 3 1 の最大トルク T M m a x の合計である。これらのシステム最大トルク T E m a x c 及びシステム定格トルク T o p t c はダウンサイジングしない従来のエンジンの最大トルク及び定格トルクと同等に設定されている。

30

【 0 0 8 0 】

本実施の形態では、上述したように、エンジン 1 1 の回転数が定格回転数 N R m a x 以下に低下しようとするすると発電・電動機 3 1 が電動機として作動し、エンジン回転数を定格回転数 N R m a x に維持するよう制御される (ステップ S 1 4 0)。また、エンジン 1 1 の回転数が定格回転数 N R m a x より大きく、バッテリー 3 3 の充電状態が閾値 (5 0 %) より小さい場合は、発電・電動機 3 1 はエンジン 1 1 の余剰トルクによって発電機として作動し、バッテリー 3 3 の充電を行う (ステップ S 1 2 0, S 1 3 0)。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 はモード選択部 4 6 b 及び非ハイブリッドモード制御部 4 6 c のそれぞれの処理手順を説明するフローチャートである。

40

【 0 0 8 2 】

まず、モード選択部 4 6 b は、モード選択スイッチ 3 5 b からの指示信号を入力し、モード選択スイッチ 3 5 b が非ハイブリッドモードを指示しているかなかを判定する (ステップ S 2 0 0)。この判定が N O であった場合、モード選択部 4 6 b は、次に、電動駆動系 3 に異常があるかなかを判定する (ステップ S 2 1 0)。この判定のため、モード選択部 4 6 b は異常検知部 4 6 b 1 を有しており、異常検知部 3 6 b は、インバータ 3 2 及びバッテリーコントローラ 3 4 から発電・電動機 3 1、インバータ 3 2、バッテリー 3 3、バッテリーコントローラ 3 4 の状態情報を入力し、この状態情報に基づいて電動駆動系 3 の異常

50

を検知する。また、異常検知部 3 6 b はハイブリッドモード制御部 3 6 a からバッテリー 3 3 の充電状態 (SOC) の情報を入力し、バッテリー 3 3 の充電状態の異常を検知する。

【0083】

電動駆動系 3 に異常が無く、ステップ S 2 1 0 の判定が NO であった場合、モード選択部 4 6 b はハイブリッドモードを選択し、ハイブリッドモード制御部 4 6 a の動作を継続させる (ステップ S 2 2 0)。

【0084】

電動駆動系 3 に異常があり、ステップ S 2 1 0 の判定が YES であった場合、モード選択部 4 6 b は更に電動駆動系 3 の異常が電動駆動系全体を停止させる必要がある異常であるか否かを判定する (ステップ S 2 3 0)。電動駆動系全体を停止させる必要がある異常とは、例えば、通信異常、初期化異常等である。この判定が NO であった場合、モード選択部 4 6 b は更に電動駆動系 3 の異常が発電・電動機 3 1 を停止させる必要がある異常であるか否かを判定する (ステップ S 2 4 0)。発電・電動機 3 1 を停止させる必要がある異常とは、例えば、発電・電動機 3 1 の断線、インバータ 3 2 の過電流、発電・電動機 3 1 及びインバータ 3 2 のセンサ異常、バッテリー 3 3 の充電状態 (SOC) 異常等であり、発電・電動機 3 1 を停止する必要のない異常とは、例えば、発電・電動機 3 1 或いはインバータ 3 2 の温度上昇等である。ステップ S 2 4 0 の判定が NO であった場合、モード選択部 4 6 b は操作パネル 3 5 に警告信号を出力し、異常内容を知らせる警告をモニタ 3 5 a に表示させる (ステップ S 2 5 0)。

【0085】

一方、ステップ S 2 0 0, S 2 3 0, S 2 4 0 のいずれかの判定が YES であった場合、モード選択部 4 6 b は非ハイブリッドモードを選択し、ハイブリッドモード制御部 4 6 a に電動駆動系 3 の停止指令を出力しかつ非ハイブリッドモード制御部 4 6 c に非ハイブリッドモード指令を出力する (ステップ S 2 6 0)。

【0086】

ハイブリッドモード制御部 4 6 a は電動駆動系 3 の停止指令を受け取ると、電動駆動系 3 を停止させる。

【0087】

非ハイブリッドモード制御部 4 6 c は、非ハイブリッドモード指令を受け取ると、操作パネル 3 5 に警告信号を出力し、モニタ 3 5 a に電動駆動系 3 が使用できない旨の警告を表示させる (ステップ S 2 7 0)。また、電動駆動系 3 の異常により電動駆動系 3 が使用できない場合は、電動駆動系 3 に異常が発生した旨の警告と異常の内容をモニタ 3 5 a に表示させる。非ハイブリッドモード制御部 4 6 c は、更に、電磁弁 4 4 に制御信号を出力して油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルクを減少させる減トルク制御を行い (ステップ S 2 8 0)、エンジン 1 1 の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御を行う (ステップ S 2 9 0)。

【0088】

なお、図 1 3 のフローチャートでは、油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルクを減少させる減トルク制御 (ステップ S 2 8 0) とエンジン 1 1 の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御 (ステップ S 2 9 0) を同時或いは連続的に行ったが、エンジン回転数低下制御を先に行ってスタンバイ状態とし、その後減トルク制御をしてもよい。また、減トルク制御はエンジン負荷 (油圧ポンプ 2 1 の吸収トルク) が増加したときに行ってもよい。

【0089】

非ハイブリッドモード制御部 4 6 c は、油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルクを減少させる減トルク制御を行うとき、前述したように、油圧ポンプ 2 1 の最大吸収トルクをエンジン 1 1 の最大トルク  $T_{Emax}$  よりも小さい値  $T_{PLd}$  に低下させる。

【0090】

また、非ハイブリッドモード制御部 4 6 c は目標回転数設定部 4 6 c 1 を有しており、エンジン回転数低下制御を行うとき、目標回転数設定部 4 6 c 1 は、エンジンコントロールダイヤル 1 2 が指示する目標回転数  $N_T$  と非ハイブリッドモード制御部 4 6 c が指示す

10

20

30

40

50

る目標回転数とを入力し、両者の小さい方を選択して燃料噴射制御の目標回転数として設定し、エンジンコントローラ13に出力する。また、非ハイブリッドモード制御部46c（車体コントローラ46）のメモリには、目標回転数設定部46c1に指示する目標回転数として、最大目標回転数 $NT_{max}$ とエンジン回転数低下制御用の最大目標回転数 $NT_{max}$ よりも小さい目標回転数 $NT_c$ が記憶されており、非ハイブリッドモード制御部46cはエンジン回転数低下制御を行わないときは最大目標回転数 $NT_{max}$ を目標回転数設定部46c1に指示し、エンジン回転数低下制御を行うときはエンジン回転数低下制御用の目標回転数 $NT_c$ を目標回転数設定部46c1に指示する。これによりエンジン回転数低下制御を行わないときは $NT = NT_{max}$ であるため、目標回転数設定部46c1はエンジンコントロールダイヤル12が指示する目標回転数 $NT$ を選択し、エンジン回転数低下制御を行うときでかつエンジンコントロールダイヤル12が指示する目標回転数 $NT$ が目標回転数 $NT_c$ よりも高いときは、 $NT_c = NT$ であるため、目標回転数設定部46c1は目標回転数 $NT_c$ を選択し、エンジンコントローラ13に出力される。

10

20

30

40

50

#### 【0091】

ここで、目標回転数 $NT_c$ は、エンジン11の最大馬力回転数におけるエンジン11の出力トルク $T_{Ec}$ （目標回転数を $NT_c$ に設定したときのレギュレーション特性 $T_g$ と全負荷特性 $T_f$ との交点におけるエンジン11の出力トルク）が油圧ポンプ21の減トルク制御により低下した最大吸収トルク $T_{PLd}$ に一致する（等しい）かそれよりも大きくなるように設定されている。なお、出力トルク $T_{Ec}$ は必ずしも最大吸収トルク $T_{PLd}$ と概ね等しくなくてもよく、最大吸収トルク $T_{PLd}$ 付近の値であればよい。例えば、出力トルク $T_{Ec}$ は最大吸収トルク $T_{PLd}$ よりも少し小さい値に設定されていてもよい。

#### 【0092】

以上において、ハイブリッドモード制御部36aは、発電・電動機31を電動機として駆動し、油圧ポンプ21をアシスト駆動するよう発電・電動機31を制御する第1制御装置を構成する。また、モード選択部46bは、発電・電動機31とバッテリー（蓄電装置）33を含む電動駆動系3を使用するハイブリッドモードと電動駆動系3を停止させる非ハイブリッドモードのいずれかを選択するモード選択装置を構成し、非ハイブリッドモード制御部46cは、モード選択部46bにおいて非ハイブリッドモードが選択されたとき、電動駆動系3を停止させ、かつ油圧ポンプ21の最大吸収トルクを低下させる減トルク制御とエンジン11の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを同時に行う制御装置（第2制御装置）を構成する。

#### 【0093】

本実施の形態のハイブリッド式油圧シヨベルの動作を説明する。

#### 【0094】

< 電動駆動系3を使用する通常時 >

電動駆動系3に異常が無かつモード選択スイッチ35bがハイブリッドモードを指示する通常時は、モード選択部46bはハイブリッドモードを選択し（図13のステップS200 S210 S220）、ハイブリッドモード制御部46aは、エンジンコントローラ13からのエンジン回転数とバッテリーコントローラ34からの充電状態情報に基づいて、バッテリー33の充電状態が最小限界値（例えば30%）以上でありかつエンジン回転数が最大馬力回転数（定格回転数） $NR$ よりも低いとき、発電・電動機31を電動機として駆動する制御指令をインバータ32に出力し、油圧ポンプ21をアシスト駆動するよう発電・電動機31を制御する（図12のステップS90 S100 S220又はS160 S140）。また、ハイブリッドモード制御部46aは、バッテリー33の充電状態が最小限界値（例えば30%）以上でかつ第1閾値（例えば50%）より小さかつエンジン回転数が最大馬力回転数（定格回転数） $NR$ よりも低いとき、発電・電動機31を発電機として駆動する制御指令をインバータ32に出力し、バッテリー33を充電するよう発電・電動機31を制御する（図12のステップS90 S100 S110 S120 S130）。

#### 【0095】

図15は、アシスト制御によるシステム出力トルクの変化を示す図であり、横軸はエンジン回転数を示し、縦軸はシステム出力トルクを示している。

【0096】

図15において、油圧ポンプ21の吸収トルク（エンジン11の負荷トルク）がエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ よりも小さい $TPx1$ にある状態から、例えば走行速度切換スイッチを走行高速に切り換えて行う高速移動等の高負荷作業時に、油圧ポンプ21の吸収トルクが最大吸収トルク $TP_{lc}$ に増加した場合を考える。このとき、ハイブリッド駆動システムの動作点は $X1$   $X2$   $X3$   $X4$ と変化する。

【0097】

すなわち、油圧ポンプ21の吸収トルクがエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ よりも小さい $TPx1$ にあるとき、ハイブリッド駆動システムの動作点は $X1$ にある。この状態から油圧ポンプ21の吸収トルクが増加してエンジン回転数が定格回転数 $NR_{max}$ まで低下すると、燃料噴射量は最大 $F_{max}$ （図7）となり、エンジン11の出力トルクは定格トルク $T_{opt}$ まで増加する（動作点 $X2$ ）。更にエンジン11の回転数が低下すると発電・電動機31が発電機として作動し（図12のステップ $S140$ ）、エンジン回転数が定格回転数 $NR_{max}$ に維持されるよう制御される。また、システム出力トルクはエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ と発電・電動機31の出力トルク $T_{Ma}$ との合計となる。このとき、アシスト制御の遅れのため、エンジン11の回転数は定格回転数 $NR_{max}$ よりも一旦低下し（動作点 $X3$ ）、その後アシスト制御によりエンジン11の回転数は上昇し、定格回転数 $NR_{max}$ へと戻される（動作点 $X4$ ）。

10

20

【0098】

図16は、バッテリー充電制御によるシステム出力トルクの変化を示す図であり、横軸はエンジン回転数を示し、縦軸はシステム出力トルクを示している。

【0099】

油圧ポンプ21の吸収トルクがエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ よりも小さい $TPy1$ にあるとき、ハイブリッド駆動システムの動作点は $Y1$ にある。この状態でバッテリー充電状態が50%よりも小さくなると（図12のステップ $S100$ の判定が $YES$ ）、ハイブリッド駆動システムの動作点は $Y1$   $Y2$ と変化する、エンジン11の余剰トルク $TG$ によって発電・電動機31を発電機として作動させ、バッテリー33を充電する充電制御を行う。

30

【0100】

以上のアシスト制御と充電制御により、エンジン11がダウンサイジングされていても、油圧ポンプ21の吸収トルクが最大となる高負荷作業も含め、従来通りの作業が可能となる。また、エンジン11を小型化したため、燃費の向上、排ガステ性の改善及び騒音の低減を図ることができる。

【0101】

< 電動駆動系3の異常発生時 >

電動駆動系3に異常が発生しかつその異常が電動駆動系全体或いは発電・電動機31を停止させる必要がある異常である場合、モード選択部46bは非ハイブリッドモードを選択し、非ハイブリッドモード制御部46cは電動駆動系3を停止させる処理を行う（図13のステップ $S200$   $S210$   $S230$   $S260$  或いは $S230$   $S240$   $S260$ ）。また、モード選択部46bからの非ハイブリッドモード指令を受けて、非ハイブリッドモード制御部46cは、油圧ポンプ21の最大吸収トルクを低下させる減トルク制御とエンジン11の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを同時に行う（図13のステップ $S280$  及び $S290$ ）。また、非ハイブリッドモード制御部46cはモニタ35aに電動駆動系3に異常が発生したため電動駆動系3が使用できない旨の警告と異常の内容を表示させる（図13のステップ $S270$ ）。これによりオペレータは電動駆動系3に異常が発生したことを知り、油圧ショベルを修理・点検のため作業現場から安全な場所まで移動する退避運転を行う。この退避運転には、油圧ショベルが不整地で作業をしていた場合は、フロント作業機などを使用して油圧ショベルを不整地から脱出させる動

40

50

作も含まれる。

【0102】

図17は、油圧ポンプ21の減トルク制御とエンジン11の回転数低下制御の効果を示す図である。横軸はエンジン回転数を示し、縦軸はシステム出力トルクを示している。

【0103】

図17において、Z1は、通常時（ハイブリッドモード時）における高負荷作業時のハイブリッド駆動システムの動作点である。高負荷作業の代表例には、走行速度切換スイッチ41を走行高速に切り換えて走行用の油圧モータ24a, 24bを高速小容量モードに切り換え、油圧ショベルを高速で移動する場合やフロント作業機などを使用して油圧ショベルを不整地から脱出させる動作があり、油圧ポンプ21の吸収トルクは最大 $T_{PLc}$ となる。この場合、ハイブリッド制御部46aにより発電・電動機31を電動機として作動させるアシスト制御を行うことで、不足分のトルク $T_{Ma}$ が補われる。

10

【0104】

図17において、Z2は非ハイブリッドモード時における高負荷作業時のハイブリッド駆動システムの動作点であり、油圧ポンプ21の減トルク制御とエンジン11の回転数低下制御の効果を示している。油圧ポンプ21の減トルク制御により油圧ポンプ21の最大吸収トルクは $T_{PLc}$ から $T_{PLd}$ に減少する。減トルク制御後の油圧ポンプ21の最大吸収トルク $T_{PLd}$ はエンジン11の最大トルク $T_{Emax}$ よりも小さく、エンジン11の定格トルク $T_{opt}$ よりも大きい値である。また、エンジン11の回転数低下制御によりエンジン11の目標回転数は最大の $N_{Tmax}$ から $N_{Tc}$ に低下し、これに伴ってエンジン11の最大馬力回転数は $N_{Rmax}$ から $N_{Rc}$ に低下しかつエンジン11の最大馬力回転数における出力トルクは $T_{opt}$ から $T_{Ec}$ に増加する。図示の例では、目標回転数 $N_{Tc}$ は出力トルク $T_{Ec}$ が最大吸収トルク $T_{PLd}$ にほぼ一致するよう設定されており、 $T_{Ec}$ は $T_{PLd}$ にほぼ等しい値である。

20

【0105】

ここで、電動駆動系3に異常が発生したときに電動駆動系3を停止させるだけである場合は、退避運転のため走行用の油圧モータ24a, 24bを高速小容量モードに切り換えて油圧ショベルを高速で移動しようとするとき、或いはフロント作業機などを使用して油圧ショベルを不整地から脱出させようとするとき、油圧ポンプ21の吸収トルク（エンジン負荷トルク）はZ1点の $T_{PLc}$ となり、エンジン11の負荷トルクはエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ を上回ってしまうため、エンジンストールを起こしてしまう。

30

【0106】

また、電動駆動系3に異常が発生したときに電動駆動系3を停止させるだけでなく、油圧ポンプ21の減トルク制御を行ったとしても、従来の油圧ポンプの減トルク制御における減トルク幅はエンジンのダウンサイジング量に比べて相対的に小さいため、減トルク制御後の油圧ポンプ21の吸収トルク（エンジン負荷トルク）はエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ よりも小さくならない。このため退避運転を行うとやはりエンジンストールを起こしてしまう。

【0107】

本実施の形態では、電動駆動系3に異常が発生したときに電動駆動系3を停止させた上で、油圧ポンプ21の減トルク制御とエンジン11の回転数低下制御を行い、油圧ポンプ21の減トルク制御により油圧ポンプ21の最大吸収トルクを $T_{PLc}$ からエンジン11の定格トルク $T_{opt}$ より大きく、最大トルク $T_{Emax}$ よりも小さい $T_{PLd}$ に減少させ、かつエンジン11の回転数低下制御によりエンジン11の最大馬力回転数 $N_{Rc}$ における出力トルクを $T_{opt}$ から $T_{PLd}$ にほぼ等しい $T_{Ec}$ に増加させる。これにより油圧ポンプ21の吸収トルクが最大吸収トルク $T_{PLd}$ となる高負荷時にエンジン11は出力トルク $T_{Ec}$ が油圧ポンプ21の最大吸収トルク $T_{PLd}$ にほぼ一致する図17の点Z2で動作し、エンジン11の負荷トルクはエンジン11の最大トルク $T_{Emax}$ よりも大きくなり、エンジン11はストールを起こすことなく、最大目標回転数 $N_{Tc}$ においてレギュレータ特性 $T_{Gc}$ を有するエンジンとして動作する。これにより電動駆動系に何

40

50

らかの異常が発生した場合でも、フロント作業機などを使用して油圧ショベルを不整地から脱出させ、走行用の油圧モータ 24 a, 24 b を高速小容量モードに切り換えて、減トルク制御後の油圧ポンプ 21 の最大吸収トルク  $T_{PLd}$  の範囲内で油圧ショベルを高速で移動し、安全な場所で適切な措置をとることができる。また、目標回転数  $N_{Tc}$  を最大目標回転数として設定したエンジンと同等の出力トルク特性が得られ、最大目標回転数  $N_{Tc}$  においてレギュレータ特性  $T_{Gc}$  を有するエンジンとして動作するため、燃費の悪化を起さずに最適なエンジン制御を行うことができる。

【0108】

< 経年変化 - 電動駆動系取り外し >

経年変化で電動駆動系 3 が使用できなくなった場合は、オペレータがモード選択スイッチ 35 b を操作して非ハイブリッドモードの選択を指示すると、ハイブリッドモード制御部 35 a と非ハイブリッドモード制御部 46 c は、電動駆動系 3 に異常が発生した場合と同様、電動駆動系 3 を停止させ（図 13 のステップ S200 S260）、かつ油圧ポンプ 21 の最大吸収トルクを低下させる減トルク制御とエンジン 11 の目標回転数を低下させるエンジン回転数低下制御とを同時に行う（図 13 のステップ S280 及び S290）。これによりエンジン 11 は、電動駆動系 3 に異常が発生した場合と同様、油圧ポンプ 21 の吸収トルクが最大吸収トルク  $T_{PLd}$  となる高負荷時に出力トルク  $T_{Ec}$  が油圧ポンプ 21 の最大吸収トルク  $T_{PLd}$  にほぼ一致する図 17 の点 Z2 で動作するようになり、エンジン 11 だけで油圧ショベルを動作させることができる。また、最大目標回転数  $N_{Tc}$  においてレギュレータ特性  $T_{Gc}$  を有するエンジンとして動作するため、燃費の悪化を起さずに最適なエンジン制御を行うことができる。

10

20

【0109】

以上の実施の形態は本発明の精神の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、本実施の形態では、本発明を 8 トンクラス以下の小型の油圧ショベルに適用した場合のものであり、エンジン 11 をエンジン 11 の出力トルクだけでは油圧ポンプ 21 の最大吸収トルク  $T_{PLc}$  を賄えない大きさにダウンサイジングすることで、小型の油圧ショベルであっても電動駆動系の機器の設置スペースを確保しハイブリッド化することを容易にしている。しかし、8 トンよりも大きなクラスの油圧ショベルであっても、ハイブリッド化した場合にエンジンを小型化し、電動駆動系の機器設置スペースが拡大されることは有利であり、本発明の適用対象は 8 トンクラス以下の小型の油圧ショベルに限られず、本発明は 8 トンよりも大きなクラスの油圧ショベルに適用してもよい。また、本発明は、油圧ショベル等の建設機械に限らず、ホイールローダ等の作業機械に適用してもよい。

30

【0110】

また、発電・電動機 31 のアシスト制御をエンジン回転数が最大馬力回転数よりも低下したときに行うようにしたが、最大馬力回転数以外の基準回転数を設定し、エンジン回転数がその基準回転数よりも低下したときに行うようにしてもよいし、エンジン回転数以外のパラメータ（例えばトルク）を用いてアシスト制御を行ってもよい。

【0111】

また、本実施の形態では、モード選択スイッチ 35 b と異常検出部 46 b 1 を設け、モード選択スイッチ 35 b が非ハイブリッドモードを指示している場合と電動駆動系 3 に異常がある場合のいずれの場合にも非ハイブリッドモードを選択できるようにしたが、モード選択スイッチ 35 b と異常検出部 46 b 1 の一方を設け、一方の場合だけに非ハイブリッドモードを選択できるようにしてもよい。

40

【0112】

更に、本実施の形態では、アクチュエータが全て油圧アクチュエータである場合について説明したが、アクチュエータの一部（例えば旋回モータ）は電動アクチュエータであってもよい。

【0113】

また、本実施の形態では、油圧ポンプ 21 及びパイロットポンプ 22 と発電・電動機 31 を動力分配器 6 を介してエンジン 11 の出力軸に連結する構成としたが、エンジン 11

50

の出力軸に直列に連結する構成であってもよい。

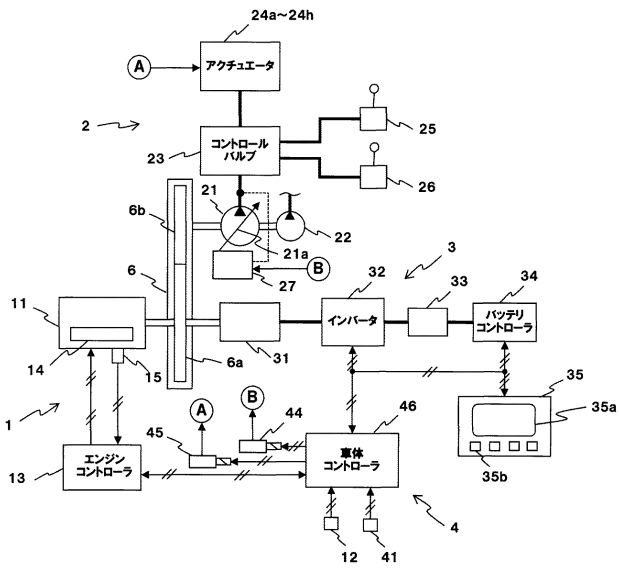
【符号の説明】

【0114】

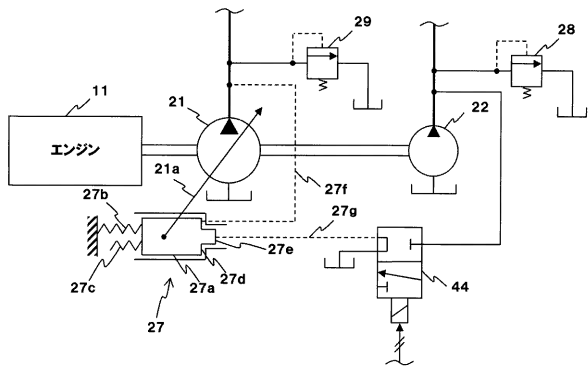
1	エンジン駆動系	
2	油圧駆動系	
3	発電電動系	
4	制御系	
6	動力分配器	
11	エンジン	
12	エンジンコントロールダイヤル	10
13	エンジンコントローラ	
12a	減算部	
13b	燃料噴射制御部	
14	電子ガバナ	
15	エンジン回転数検出装置	
21	油圧ポンプ	
21a	押しのけ容積可変機構	
22	パイロットポンプ	
23	コントロールバルブ	
23a, 23b	走行用のメインスプール	20
24a, 24b	走行用の油圧モータ	
24c ~ 24h	その他の油圧アクチュエータ	
24a1, 24b1	押しのけ容積可変機構(斜板)	
24a2, 24b2	制御ピストン	
24a3, 24b3	受圧部	
24a4, 24b4	バネ	
25	走行用の操作装置	
26	走行以外の操作装置	
27	ポンプレギュレータ	
27a	制御スプール	30
27b, 27c	第1バネ及び第2バネ	
27d, 27e	第1受圧部及び第2受圧部	
27f	パイロットライン	
27g	制御油路	
29	メインリリーフ弁	
31	発電・電動機	
32	インバータ	
33	バッテリー(蓄電装置)	
34	バッテリーコントローラ	
35	操作パネル	40
35a	モニタ	
35b	モード選択スイッチ	
41	走行速度切替スイッチ	
45	走行速度切替電磁弁	
46	車体コントローラ	
46a	ハイブリッドモード制御部(第1制御装置)	
46b	モード選択部(モード選択装置)	
46b1	異常検知部(異常検知装置)	
46c	非ハイブリッドモード制御部(第2制御装置)	
46c1	目標回転数設定部	50

- 101 下部走行体
- 102 上部旋回体
- 103 スイングポスト
- 104 フロント作業機
- 105 トラックフレーム
- 106 排土用のブレード
- 107 旋回台
- 108 キャビン（運転室）
- 111 ブーム
- 112 アーム
- 113 バケット

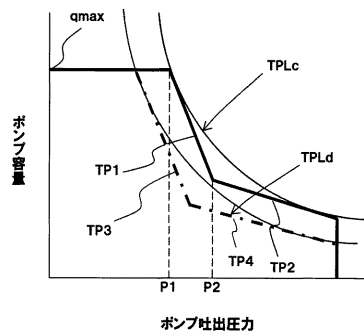
【 図 1 】



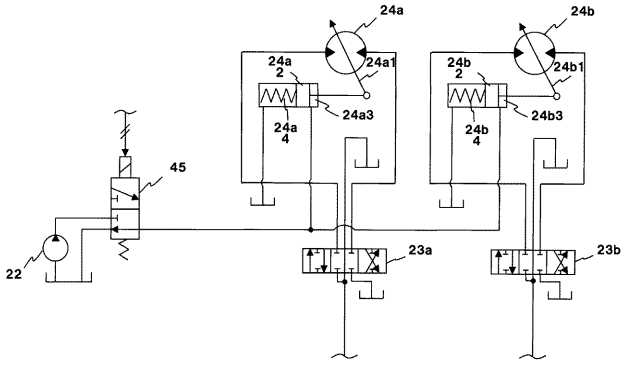
【 図 2 】



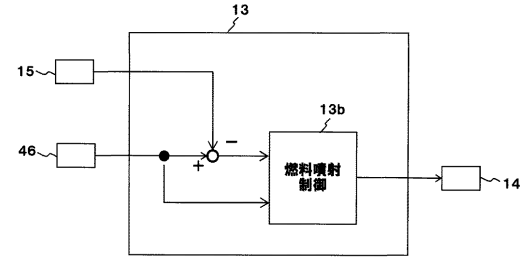
【 図 3 】



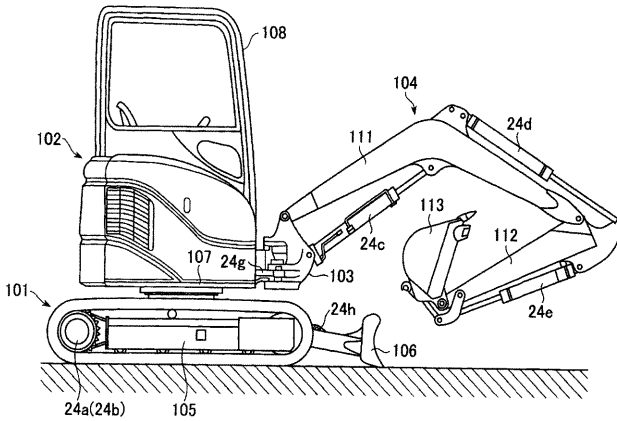
【図4】



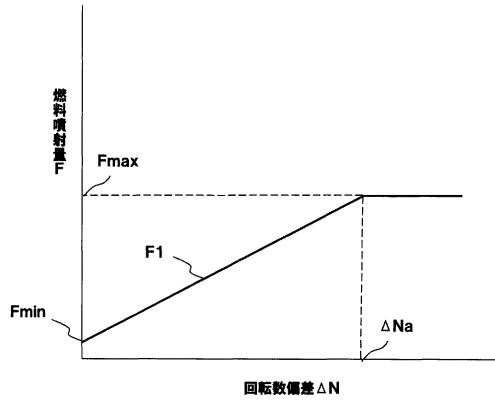
【図6】



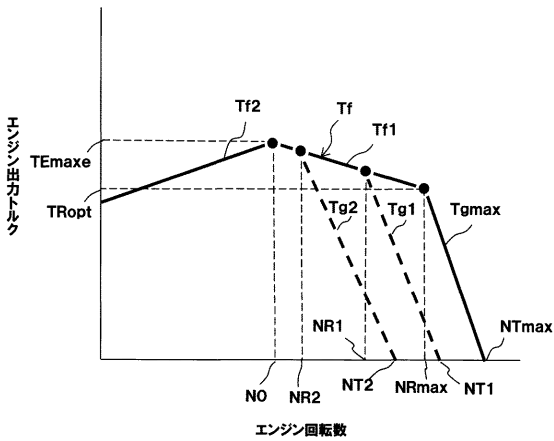
【図5】



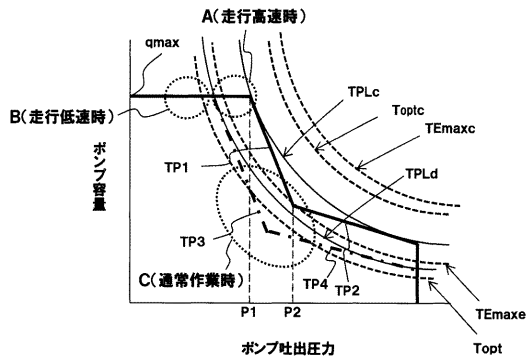
【図7】



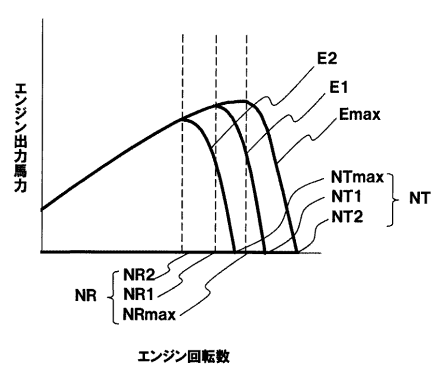
【図8】



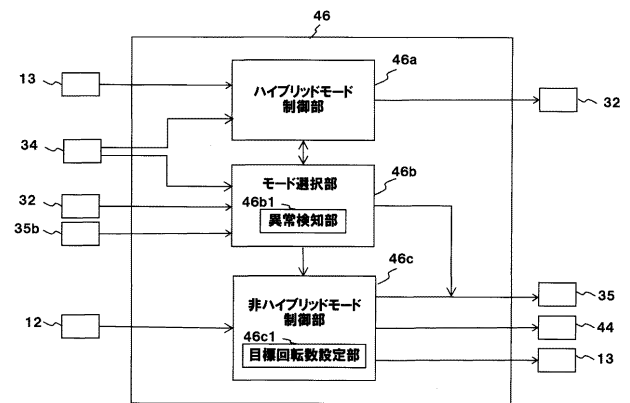
【図10】



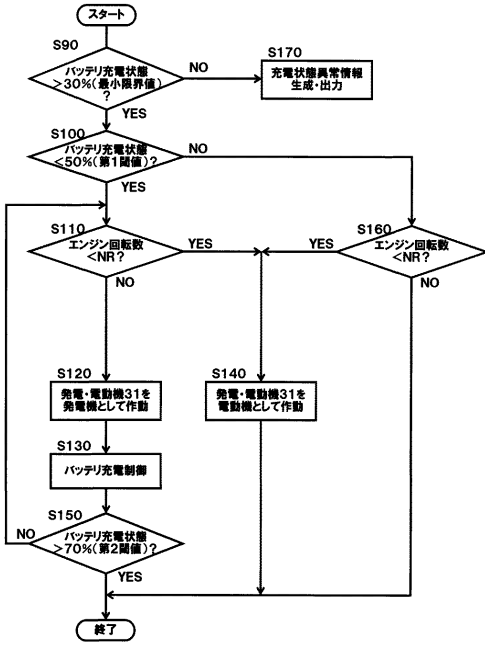
【図9】



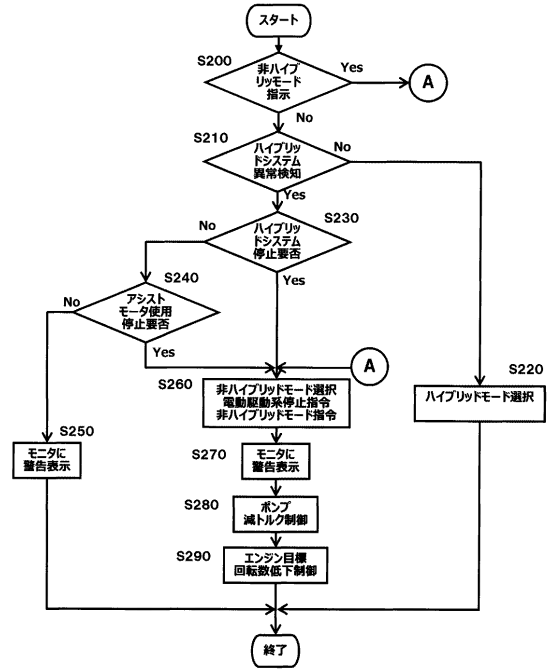
【図11】



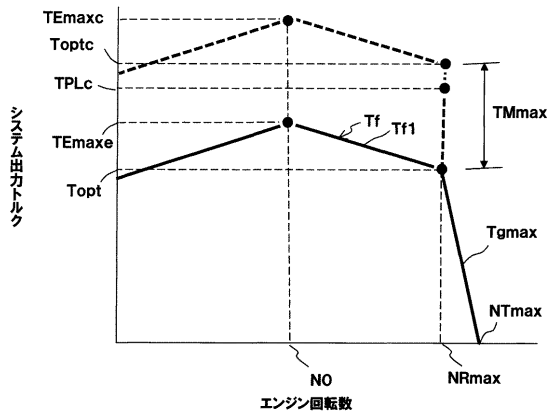
【 図 1 2 】



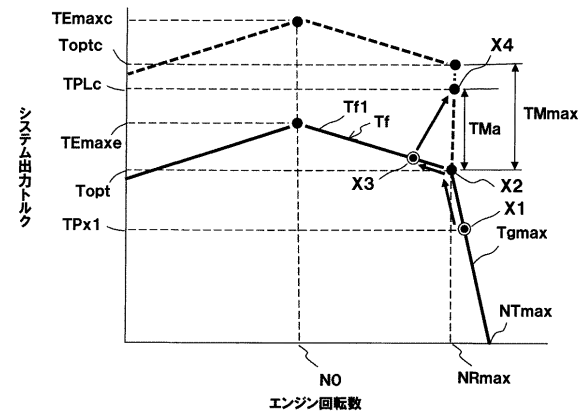
【 図 1 3 】



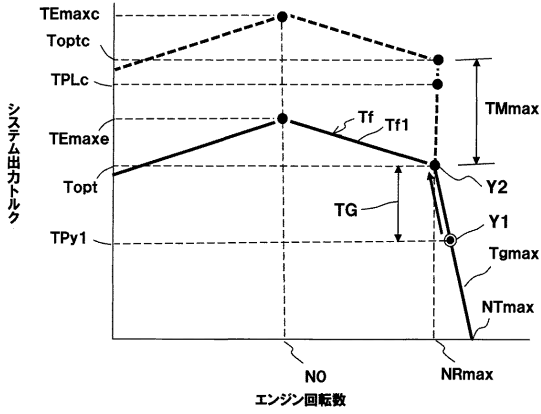
【 図 1 4 】



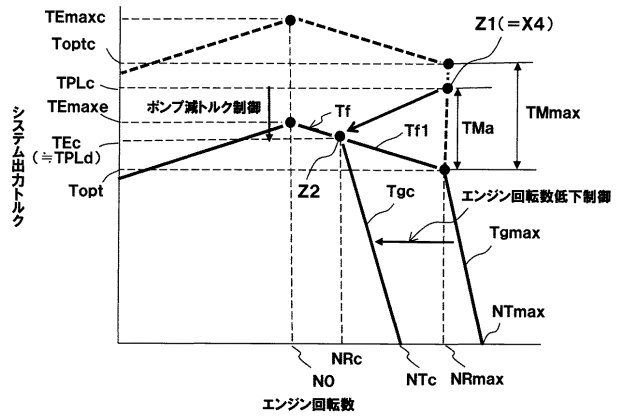
【 図 1 5 】



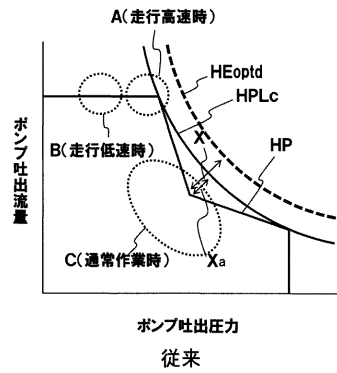
【 図 1 6 】



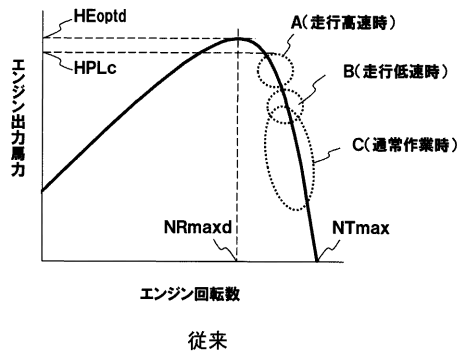
【 図 1 7 】



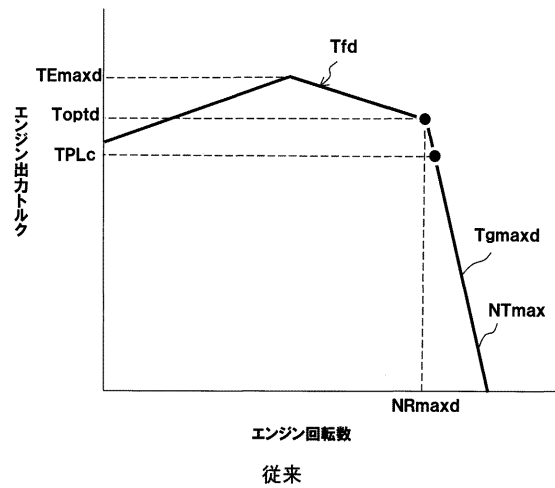
【 図 1 8 A 】



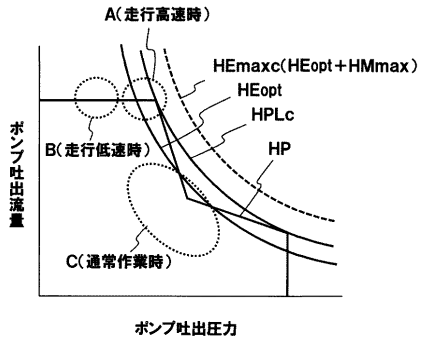
【 図 1 8 B 】



【 図 1 8 C 】

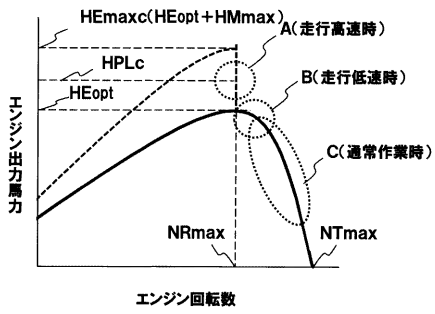


【 図 1 9 A 】



本発明

【 図 1 9 B 】



本発明

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G093 AA10 AA15 AA16 AB01 BA05 BA16 BA19 BA20 BA24 BA32  
CB14 DA01 EA03 EA05 EB05 EC02 FB02