

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3969068号
(P3969068)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int.C1.

F 1

E02F 9/20	(2006.01)	E 02 F 9/20	Z
E02F 9/22	(2006.01)	E 02 F 9/22	R
F04B 49/06	(2006.01)	F 04 B 49/06	321A
F15B 11/00	(2006.01)	F 15 B 11/00	F

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-356159 (P2001-356159)
 (22) 出願日 平成13年11月21日 (2001.11.21)
 (65) 公開番号 特開2003-155760 (P2003-155760A)
 (43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)
 審査請求日 平成16年4月5日 (2004.4.5)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許
 出願【平成12年6月16日通産省(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託】産業再生法第30条の適用を受けるもの

(73) 特許権者 000246273
 コベルコ建機株式会社
 広島県広島市安佐南区祇園3丁目12番4号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悅司
 (74) 代理人 100075409
 弁理士 植木 久一
 (74) 代理人 100109058
 弁理士 村松 敏郎
 (72) 発明者 吉松 英昭
 神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内
 審査官 石川 信也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハイブリッド作業機械のアクチュエータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原動機と、この原動機で駆動される発電機と、この発電機からの電力によって充電されるバッテリと、上記発電機及びバッテリを電源とする電動機と、この電動機を駆動源とする可変容量型の液圧ポンプと、この液圧ポンプからの圧油により駆動される液圧アクチュエータと、制御手段とを備え、この制御手段により、

(A) 上記電動機の出力トルクと回転数とによって決まる電動機動力が、電動機定格出力を超えないように、上記液圧アクチュエータの駆動時における電動機の最大出力トルクと最大回転数を制限し、

(B) この制限された回転数の範囲で、レバー操作に応じて電動機回転数を制御し、

(C) 上記液圧ポンプのポンプ圧とポンプ容量とによって決まるポンプ駆動トルクが、上記電動機の制限された最大出力トルクを超えないように、ポンプ圧の変化に対して、ポンプ容量を可変制御することによってポンプ吐出量を制御するトルク一定制御を行うように構成されたことを特徴とするハイブリッド作業機械のアクチュエータ駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原動機で発電機を駆動し、この発電機及びバッテリを電源とする電動機で油圧ポンプを駆動し、この油圧ポンプからの圧油でアクチュエータを作動させるアクチュエータ駆動装置に関するものである。

10

20

【0002】

【従来の技術】

近年、省エネルギーの要請から、油圧ショベル等の作業機械の動力システムとして、原動機と発電機とを搭載したいわゆるハイブリッド作業機械が種々開発されており、このハイブリッド作業機械には、たとえば以下のような電動液圧アクチュエータ駆動装置が搭載可能である。

【0003】

電動液圧アクチュエータ駆動装置は、電動機を回転させて液圧ポンプを駆動し、この液圧ポンプでアクチュエータを駆動するものであるが、この装置では(1)電動機の回転方向で液圧ポンプの吐出方向を制御し、回転速度で吐出量を制御して、アクチュエータの作動方向と速度を制御する(特願平11-179996)。

10

【0004】

または(2)電動機の回転速度で液圧ポンプの吐出量を制御し、コントロールバルブの制御も補助的に使って、アクチュエータへの流量を制御する。作動方向はコントロールバルブの切換によって制御する(特願2000-299499)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記電動液圧アクチュエータ駆動装置では、液圧ポンプとしては通常固定容量型のものが使用されており、電動機特性とポンプ特性との関係は例えば図12に示すようになる。

【0006】

20

図12(a)は電動機の出力トルク(Nm)と回転数N(min⁻¹)の関係を示し、定格出力の範囲で、電動機の出力トルクT(Nm)に対し任意の回転数N(min⁻¹)をとることができるので、いわゆる速度制御が可能となる。

【0007】

一方、この電動機で駆動されるポンプの特性は、図12(b)に示すように、電動機の出力トルクT(Nm)の範囲内であれば、ポンプ吐出圧P(MPa)に対し任意のポンプ吐出量Q(L/min)をとることができるので、いわゆるポンプ吐出量制御が可能である。

【0008】

この場合、図12(b)において、液圧ポンプを吐出圧30MPa×吐出量60L/m³⁰inで連続的に使用するとすれば、図12(a)において、定格30kW(=3000min⁻¹×2/60×95.5Nm×10⁻³)の電動機が必要となるので、電動機自体が大きくなり、必要な電源容量も大きくなる。なお、ここでは、説明の簡単化のため効率=1としている。

30

【0009】

そこで、電動機を連続使用することを前提として、電動機の小型化或いは電源容量の小型化を図るべく、電動機の出力トルク(発生動力)に制限を加えて図13(a)の実線で示すような電動機特性を持たせることが考えられる。例えば電動機の定格出力を上記の半分の15kWにした場合、出力トルク48Nmで回転数3000min⁻¹という条件で連続運転が可能となる。

40

【0010】

これに対し、電動機出力トルクに制限を加えないとすると、制御器の過負荷保護特性により電動機の連続使用時間が制限される。例えば定格出力が15kWの電動機において、出力トルクが95.5Nmの場合、電動機の連続使用時間は30secとなる。この場合、固定容量形ポンプの吐出圧(ポンプ圧)と吐出量とは電動機特性で支配されており、図13(b)の実線で示すようなポンプ特性になる。

【0011】

さらに、電動機を小さくして、上記の1/3の定格出力(10kW)にした場合、電動機特性は図13(a)の破線で示すようになって電動機寸法は小さくなるが、上記ポンプの使用条件では、電動機の最大出力トルクが定格の300%となり、この場合の連続使用時

50

間は 1 sec 強となる。この場合のポンプ特性は図 13 (b) の破線で示すようになる。

【0012】

このような設計をしたのでは、電動機と電源容量は小さくできても、液圧システムの圧力 (= ポンプ圧) が高い状態では連続使用時間に制約を受けることになる。特に油圧ショベルや移動式クレーンなどでは機器の設置スペースの制約が非常に厳しく、電動機や制御器、電源などはできるだけ小さい方が好ましいが、上記のように使用条件の制約が厳しいと使いづらい。すなわち、従来は、機器の大きさと使用時間の長さの両面からの要求を同時に満たすことができないという問題があった。

【0013】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、電動機や電源容量を大きくすることなく、ポンプ圧が高い状態での連続使用時間を長くとれる ハイブリッド作業機械のアクチュエータ駆動装置 を提供することである。

10

【0014】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、原動機と、この原動機で駆動される発電機と、この発電機からの電力によって充電されるバッテリと、上記発電機及びバッテリを電源とする電動機と、この電動機を駆動源とする可変容量型の液圧ポンプと、この液圧ポンプからの圧油により駆動される液圧アクチュエータと、制御手段とを備え、この制御手段により、

(A) 上記電動機の出力トルクと回転数とによって決まる電動機動力が、電動機定格出力を超えないように、上記液圧アクチュエータの駆動時における電動機の最大出力トルクと最大回転数を制限し、

20

(B) この制限された回転数の範囲で、レバー操作に応じて電動機回転数を制御し、
(C) 上記液圧ポンプのポンプ圧とポンプ容量とによって決まるポンプ駆動トルクが、上記電動機の制限された最大出力トルクを超えないように、ポンプ圧の変化に対して、ポンプ容量を可変制御することによってポンプ吐出量を制御するトルクー定制御を行う
ように構成されたものである。

【0015】

この構成によれば、電動機動力(電動機出力トルクと電動機回転数で決まる)が電動機定格出力を超えないように上記液圧アクチュエータの駆動時における電動機の最大出力トルクと最大回転数を制限し、この制限された回転数の範囲内でレバー操作量に応じて電動機回転数を制御する一方、ポンプ駆動トルク(ポンプ圧とポンプ容量で決まる)が制限された電動機最大出力トルクを超えないように、ポンプ圧の変化に対してポンプ容量を制御することによりポンプ吐出量を制御するトルクー定制御を行うため、電動機動力を定格出力以下に保ちながら高いポンプ圧を確保することが可能となる。

30

【0016】

すなわち、小型の電動機を用いながらポンプ圧力が高い状態での連続使用時間を長くとることが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、油圧ショベルに適用した場合を例にとって説明する。

40

【0018】

図 1 に油圧ショベルの全体構成を示している。同図において、1 はクローラ式の下部走行体で、この下部走行体 1 上に上部旋回体 2 が旋回自在に搭載され、この上部旋回体 2 の前部に、ブーム 3、アーム 4、バケット 5、ブーム起伏用のブームシリンダ 6、アーム作動用のアームシリンダ 7 及びバケット作動用のバケットシリンダ 8 から成る掘削アタッチメント 9 が装着されている。

【0019】

上部旋回体 2 には、原動機としてのエンジン 10 と、このエンジン 10 によって駆動される発電機 11 と、バッテリ 12 と、第 1 及び第 2 の二台の電動機(ここでは一方のみを図示する。図 2 では M1, M2 と表示) 13, 14 と、この両電動機 13, 14 によって

50

別々に駆動される第1及び第2油圧ポンプ(同上。P1, P2と表示)15, 16が設置されている。17は旋回用電動機(同上。M4と表示)、18はこの旋回用電動機の回転力を減速して上部旋回体2に旋回力として伝える旋回用減速機、19は複数のコントロールバルブを備えたコントロールバルブユニットである。

【0020】

また、下部走行体1には、走行駆動源としての左右の走行用油圧モータ(ここでは一方のみ図示)20, 21が設けられている。上記各シリンダ6, 7, 8と旋回用電動機17と油圧モータ20, 21とがアクチュエータに相当する。

【0021】

図2はこの実施形態にかかる油圧ショベルの駆動系及び制御系の構成を示している。図2に示すように、エンジン10の出力は增速機構22を介して発電機11に伝えられ、この発電機11で作られた電力が発電機制御器23及び電動機制御器(制御手段)24, 25, 26を介して第1及び第2電動機13, 14と、旋回用電動機17とに加えられて各電動機13, 14, 17が回転し、このうちの第1電動機13によって第1油圧ポンプ15、第2電動機14によって第2油圧ポンプ16がそれぞれ駆動される。

【0022】

なお、上記增速機構(たとえば遊星歯車機構が用いられる)22により発電機11をエンジン10よりも高速で運転することによって発電機11の小形化が可能となる。ただし、エンジン10の回転数によっては、必ずしも增速機構を設ける必要はない。

【0023】

また、発電機11で作られた電力は、作業時に必要な動力との関係で余った分が発電機制御器23により直流に変換されてバッテリ12に蓄えられ、必要に応じてこのバッテリ12の蓄電力が電動機電源として用いられる。

【0024】

このようにショベルの負荷変動に対して、発電力の不足/過剰に応じてバッテリ12から電力を供給/補充することにより、エンジン10の出力を平均化することができる。その結果、エンジン10を効率のよい運転範囲内で安定して使用でき、その燃料消費量を削減できて省エネルギー化が図られる。

【0025】

一方、操作装置として、アーム、左走行、右走行、ブーム、バケット、旋回各レバー27, 28, 29, 30, 31, 32が設けられ、この各レバー27~32の操作により、図示しない操作量/電気信号変換手段(たとえばポテンショメータ)からレバー操作量(操作方向を含む。以下同じ)に応じた指令信号がコントローラ33に向けて出力される。

【0026】

このコントローラ33は、上記指令信号に基づき、各アクチュエータごとに設けられたコントロールバルブ(図2ではバルブユニット19として示す)に作動信号を出力するとともに、第1及び第2両電動機13, 14(電動機制御器24, 25)に回転数指令信号a, bを送り、旋回用電動機17(電動機制御器26)に回転数指令信号eを送る。

【0027】

図3にレバー指令値に対する電動機の回転速度の関係を示す。上記したように、コントロールバルブがレバー操作量に応じてストローク作動すると同時に、上記電動機制御器24, 25は、第1及び第2電動機13, 14がレバー操作量に応じた回転数で回転するよう回転速度制御を行うことにより、第1及び第2油圧ポンプ15, 16がこの電動機回転数に比例した流量を吐出するように制御される。また、上記電動機制御器26は、旋回用電動機17がレバー操作量に応じた回転数で回転するよう回転速度制御を行う。

【0028】

すなわち、レバー操作によってコントロールバルブと電動機13, 14(ポンプ15, 16)が同時に制御され、この同時制御によって各アクチュエータの速度が制御されるとともに、旋回用電動機17が制御され、この制御によって前記上部旋回体2の旋回速度が制御される。

10

20

30

40

50

【0029】

第1油圧ポンプ15はアームシリンダ7及び左走行用油圧モータ20の圧油供給源として使用され、第2油圧ポンプ16は右走行用油圧モータ21、ブームシリンダ6及びバケットシリンダ8の圧油供給源として使用される。

【0030】

両電動機13, 14、及び両ポンプ15, 16はそれぞれ同一容量のものが使用される。また、第1油圧ポンプ15はブームシリンダ6を增速させるための合流油の供給源としても使用され、第2油圧ポンプ16はアームシリンダ7を增速させるための合流油の供給源としても使用される。これにより、複数の電動機13, 14(ポンプ15, 16)で一つのアクチュエータを動作させることもできる。

10

【0031】

なお、第1及び第2両電動機13, 14とは別に、図示しない旋回及び走行用パーキングブレーキ等を駆動するとともにコントロールバルブに対してパイロット油圧を供給するためのコントロール用の第3電動機38(M3と表示)及び第3油圧ポンプ39(P3と表示)が設けられている。

【0032】

この第3油圧ポンプ39による油圧はアクチュエータ41に蓄えられて使用され、このアクチュエータ41の蓄圧が終了すると、これが圧力センサ42によって検出され、コントローラ33を通じて第3電動機38が停止する。40はこの第3電動機38用の電動機制御器であり、この電動機制御器40もコントローラ33からの指令信号cを受けて動作する。

20

【0033】

本発明の実施形態の詳細な説明に先立ち、関連する技術として、電源の最大容量内で各電動機動力を使用する技術について図4, 5によって説明する。

【0034】

図4は第1及び第2電動機の電動機特性を示す図、図5は第1及び第2電動機の使用最大動力の関係を示す図である。

【0035】

たとえば、ショベルに搭載される電源の最大容量を33kWとする。その内訳は、発電機11の出力が18kWで、バッテリ12の出力が15kWである。

30

【0036】

図4及び図5に示すように、電動機制御器24, 25, 40の制御下で、第3電動機38の動力は3kWで、第1及び第2電動機13, 14は、単独使用時には最大動力22kWが使用できる。この最大動力22kWは、例えば実効トルクなどに相当する出力を含む所定の定格出力に相当する。そして、両電動機13, 14を同時に使用すると、合計して30kWまで使用できる。

【0037】

例えば、第1電動機13が出力トルク50Nm × 速度1000min⁻¹で使用されているとすると、第1電動機13の動力は5.2kWとなる。このとき、第2電動機14が使用できる動力は最大30 - 5.2 = 24.8 > 22kWで、最大動力22kWまで使用できる。

40

【0038】

一方、第1電動機13が出力トルク50Nm × 速度2000min⁻¹で使用されているとすると、第1電動機13が使用できる動力は10.5kWとなる。このとき、第2電動機14は最大動力19.5kWまで使用できる。

【0039】

さらに、第1電動機13が出力トルク50Nm × 速度3000min⁻¹で使用されているとすると、第1電動機13が使用できる動力は15.7kWとなる。このとき、第2電動機14の使用動力が14.3kW以上の場合には、第1電動機13は指令の速度まで上昇することができず、最大動力15kW相当の2870min⁻¹までしか速度が上がらな

50

い。

【0040】

したがって、第1電動機13が単独で使用されて、例えばアームシリンダ7を駆動している場合には、第1電動機13は動力22kWまで使用でき、負荷トルクに対して高速まで使用できるので、作業の能率化が図られる。また、第1電動機13と同時に第2電動機14をも使用して、例えばブームシリンダ6を駆動すると、アームシリンダ7とブームシリンダ6の使用動力が合計して30kWであり、さらに第1及び第2両電動機13, 14の最大使用動力が15kW以上にはならないように制御すれば、それぞれのシリンダの動力がバランスよく分配されて、土砂の掘削作業を能率良く行えるようになる。

【0041】

こうすれば、複数の電動機で発生させる動力(使用動力)の合計値が電源の最大容量から定まり、ピーク値の組み合わせに対する過剰な電力が不要となる。特にハイブリッド機の場合には、作業機械の動力源の大きさが安定して、電力の変動も少なくなる。そして、各電動機を小型化しても、それらの使用動力が電源の最大容量の範囲内でバランスよく分配されることによって、電動機に過剰な負荷をかけることがなくなり、電動機の思わぬ停止や動力の無駄使いがなくなる。

【0042】

また、作業機械の電源の最大容量が定まって、過大な電源を用意せずに済むことにより、電源コストや電源設置スペースが節約される。さらに、設置スペースや重量の制限の厳しい自走式機械への電源の搭載による作業機械の作業範囲の拡大などといった大きなメリットも得られる。

【0043】

参考として図6に旋回用電動機の特性を4象限で示す。図6において、旋回用電動機17の最高回転速度は $\pm 3000 \text{ min}^{-1}$ 、最大駆動トルクは60Nm、力行時動力12kWであり、制動時は最大速度まで最大トルクが出力可能である。なお、電動機制御器26により旋回用電動機17の最大動力を使用条件に応じて所定の値に切り換えてよい。

【0044】

また、図7は第3電動機を使用した場合の電動機特性を示す図である。第3電動機38を使用すると、図7に示すように、電動機制御器24, 25はこの第3電動機38の使用動力(所定動力)分だけ第1及び第2電動機13, 14の最大使用動力を減らす。これにより、第3電動機38のように優先的に出力が定められる電動機がある場合でも、両電動機13, 14の動力がバランスよく分配され、良好な制御状態が得られる。

【0045】

図8は、本発明とは直接関係はないが、電動機の小型化を図る点で本発明と共通する参考形態にかかる油圧ショベルの駆動系及び制御系の構成を示している。なお、図2と共に通する要素には、同一番号を付してその説明を省略する。

【0046】

図8に示すように、エンジン10の出力軸に発電機兼電動機11aと、第1、第2及び第3油圧ポンプ(同図中でP1, P2, P3と表示)15, 16, 39とが接続されている。ただし、ブームと旋回とは独立して駆動されている。すなわち、ブーム起伏用のブームシリンダ6は、ブーム用電動機(同上。M5と表示)44で駆動されるブーム用油圧モータ(同上。OM5と表示)46aから供給される圧油により作動され、この圧油はさらにブーム用電動機44で駆動されるブーム用油圧ポンプ(同上。P5と表示)46から補給されるように構成されており、コントローラ33は、操作レバー33の操作量に応じた指令信号に基づき、専用のコントロールバルブ19aに作動信号を出力するとともに、上記ブーム用電動機44(電動機制御器45)に回転数指令信号fを送るようになっている。旋回については、前記の場合と同様の構成である。

【0047】

また、発電機兼電動機11aで作られた電力は、作業時に必要な動力との関係で余った分が発電機兼電動機制御器23aにより直流に変換されてバッテリ12に蓄えられ、必要

10

20

30

40

50

に応じてこのバッテリ 1 2 の蓄電力が電動機電源として用いられる。

【0048】

いま、エンジン 1 0 の出力は 20 kW、発電機兼電動機 1 1 a の能力は 20 kW、油圧ポンプのうちの第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 は 30 kW、第 3 油圧ポンプ 3 9 は 3 kW、ブーム用電動機 4 4 は 30 kW、旋回用電動機 1 7 は 12 kW とする。バッテリ 1 2 から電力供給されて発電機兼電動機 1 1 a が電動機機能を発揮するときの出力は定常時で 10 kW であり、そのときのエンジン 1 0 の出力は 20 kW である。発電機兼電動機 1 1 a のピーク出力は 20 kW である。

【0049】

ここでも、電動機の使用動力についての基本的な関係は、前記の場合と同様である。10 ただし、ブーム用電動機 4 4 の使用動力と、第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 の使用動力との比は適宜設定されるものである。両者が同一であるとした場合の関係を図 9 に示す。旋回用電動機 1 7 との関係も前記の場合と同一であるが、ブーム用電動機 4 4 と第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 に対して重みを変えて影響させてもよい。

【0050】

この参考形態によれば、前記の場合と同様に、複数の電動機を小型化しながら、それらの合計動力が電源容量を超えず、電源容量の範囲内でバランスよく配分できるので、電動機に過剰な負荷をかけることが少なくなり、電動機の思わぬ停止や動力の無駄使いがなくなる。

【0051】

この参考形態の場合、エンジン 1 0 の回転速度は基本的には一定速度として、第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 は可変容量ポンプとして動力一定の制御を行うのが好ましい。20 ブームシリンダ 6 は、ブーム用電動機 4 4 及びブーム用油圧モータ 4 6 a によって動力一定の制御が可能であるので、ブーム用油圧ポンプ 4 6 は固定容量であっても、可変容量であってもよい。

【0052】

次に本発明の実施形態の詳細を説明する。

【0053】

実施形態においては、図 2 に示す構成を前提として、ポンプを可変容量型とし、電動機の出力トルクと回転数で決まる電動機最大動力が、電動機定格出力を超えないように液圧アクチュエータの駆動時における電動機の最大出力トルクと最大回転数を制限し、この制限された回転数の範囲で、レバー操作に応じて電動機回転数を制御する一方、油圧ポンプのポンプ圧とポンプ容量とによって決まるポンプ駆動トルクが、上記電動機の制限された最大出力トルクを超えないように、ポンプ圧の変化に対して、ポンプ容量を可変制御することによってポンプ吐出量を制御するトルク一定制御を行うように構成している。30

【0054】

図 1 0 はこの実施形態にかかる油圧ショベルの電動機特性とポンプ特性を示す図である。。

【0055】

図 1 0 では、第 1 及び第 2 電動機 1 3 , 1 4 の定格出力としての最大動力を $3000 \text{ m} \text{ in}^{-1} \times 70 \text{ Nm} = 22 \text{ kW}$ としている。また、第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 は容量 q が $20 \text{ cm}^3 / \text{rev}$ 、最高圧力が 30 MPa で、ポンプ駆動トルクを 70 Nm に保つ所謂トルク一定制御を行うものとする。40

【0056】

電動機とポンプを組み合わせて、圧力と流量との関係をグラフ化すると、図 1 1 のようになる。基本的には、第 1 及び第 2 電動機 1 3 , 1 4 の回転速度をオペレータのレバー操作により制御することで、第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 の吐出量が制御される。

【0057】

ここで、第 1 及び第 2 油圧ポンプ 1 5 , 1 6 を可変容量型として、ポンプのトルクを一定に保つ制御(トルク一定制御)を行うことにより、第 1 及び第 2 電動機 1 3 , 1 4 の最大50

出力トルクを 125 Nm から 70 Nm に小さくすることができる。

【0058】

すなわち、実施形態では、第1及び第2油圧ポンプ15, 16を可変容量型にするとともに、電動機制御器24, 25の制御下で、第1及び第2電動機13, 14の出力トルクに応じて両電動機13, 14の回転数を制限することにより、各電動機13, 14で発生する動力を最大動力(定格出力)以下に制限する。また、ポンプ駆動トルクが上記各電動機13, 14の制限された最大出力トルクを超えないように、第1及び第2油圧ポンプ15, 16の吐出圧の変化に対して両油圧ポンプ15, 16の容量を変えてポンプ吐出量を制御するトルク一定制御を行う。

【0059】

このような制御により、必要なポンプ圧を確保しながら、第1及び第2両電動機13, 14に小型の電動機を使用することが可能となる。

【0060】

また、一般に、小型の電動機を高負荷率で使用する方が、大型の電動機を低負荷率で使用するよりも効率がよい。したがって、このような小型の電動機を高負荷率で使用することにより、大型の電動機を低負荷率で使用する場合に比べてその効率を向上させることができるという利点もある。

【0061】

なお、第1及び第2電動機13, 14で駆動される第1及び第2油圧ポンプ15, 16から供給される圧油で駆動されるシリンダ6, 7, . . . と、旋回用電動機17との複合作動が行われた際に、両ポンプ15, 16の駆動トルクの制限は変えずに、両電動機13, 14の出力の制限を大きくすることにより、第1及び第2油圧ポンプ15, 16でトルク制限を行えば、第1及び第2電動機13, 14は出力が小さくなつて連続定格の条件で使用できるため、ポンプ圧が高くても、連続使用時間の制約をなくすことができる。

【0062】

さらに、可変容量ポンプは、容量が大きい方が効率(動力効率)がよい。電動機で動力制御をせずに、ポンプですべての動力制御を行うと、ポンプを小容量の範囲にまで使用することとなり、効率が悪くなる。

【0063】

他の実施形態

(1) 上記実施形態では、作動液として圧油を使用し、これに対応して液圧ポンプとして第1及び第2油圧ポンプ15, 16などを使用し、液圧アクチュエータとして油圧シリンダ又は油圧モータを使用しているが、作動液としてその他の液体、例えば水等を使用することもできる。

【0064】

(2) 上記実施形態では、原動機としてエンジン10を用いたが、この代わりにガスタービンや燃料電池を用いてもよい。また、蓄電装置としてバッテリ12の代わりに電気2重層コンデンサ(商品名ウルトラキャパシタなど)を用い、或いは、これとバッテリとを併用してもよい。

【0065】

(3) 上記実施形態では、旋回動作を電動機駆動としているが、他のアクチュエータを電動機駆動としてもよい。

【0066】

(4) 上記実施形態では、作業機械の一例としてハイブリッドショベルを説明したが、本発明の適用範囲はこれに限られず、本発明をクローラクレーン、ホイールクレーン等の他のハイブリッド作業機械にも同様に適用できるのはもちろんである。

【0067】

【発明の効果】

本発明によれば、電動機動力(電動機出力トルクと電動機回転数で決まる)が電動機定格出力を超えないように、液圧アクチュエータの駆動時における電動機の最大出力トルクと

10

20

30

40

50

最大回転数を制限し、この制限された回転数の範囲内でレバー操作量に応じて電動機回転数を制御しながら、ポンプ駆動トルクが上記電動機の制限された最大出力トルクを超えないように、ポンプ圧の変化に対してポンプの容量を可変制御することによりポンプ吐出量を制御するため、電動機動力を定格出力以下に保ちながら高いポンプ圧を確保することが可能となる。

【0068】

すなわち、小型の電動機を用いながらポンプ圧力が高い状態での連続使用時間を長くとることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 油圧ショベルの全体構成を示す図である。

10

【図2】 本発明の実施形態にかかる油圧ショベルの駆動系及び制御系の構成を示すブロック図である。

【図3】 レバー指令値に対する電動機の回転速度の関係を示す図である。

【図4】 本発明の実施形態に関連する技術として、電源の最大容量内で書く電動機動力を使用する技術を説明するための第1及び第2電動機の電動機特性を示す図である。

【図5】 同技術における第1及び第2電動機の使用最大動力の関係を示す図である。

【図6】 旋回用電動機の特性を示す図である。

【図7】 第3電動機を使用した場合の第1及び第2電動機の使用最大動力の関係を示す図である。

【図8】 参考形態にかかる油圧ショベルの駆動系及び制御系の構成を示すブロック図である。

20

【図9】 参考形態におけるブーム用電動機と第1及び第2油圧ポンプの使用最大動力の関係を示す図である。

【図10】 本発明の実施形態にかかる電動機特性とポンプ特性を示す図である。

【図11】 図10の電動機とポンプとを組み合わせた特性を示す図である。

【図12】 従来の電動機特性とポンプ特性を示す図である。

【図13】 図12の電動機の出力制限を行ったときの、電動機特性とポンプ特性を示す図である。

【符号の説明】

1 ショベルの下部走行体

30

2 同上部旋回体

3 ブーム

4 アーム

5 バケット

6 ブームシリンダ(アクチュエータ)

7 アームシリンダ(アクチュエータ)

8 バケットシリンダ(アクチュエータ)

20, 21 左右走行モータ(アクチュエータ)

10 エンジン

11 発電機(電源)

40

12 バッテリ(電源)

13, 14 電動機

15, 16 油圧ポンプ(液圧ポンプ)

17 旋回用電動機

24, 25, 26 電動機制御器(制御手段)

33 コントローラ(制御手段)

44 ブーム用電動機

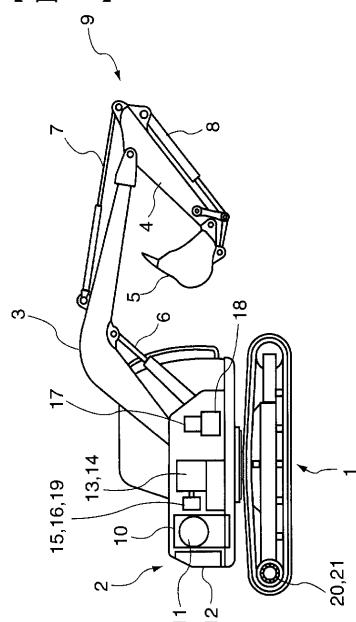
45 電動機制御器(制御手段)

46 ブーム用油圧ポンプ(液圧ポンプ)

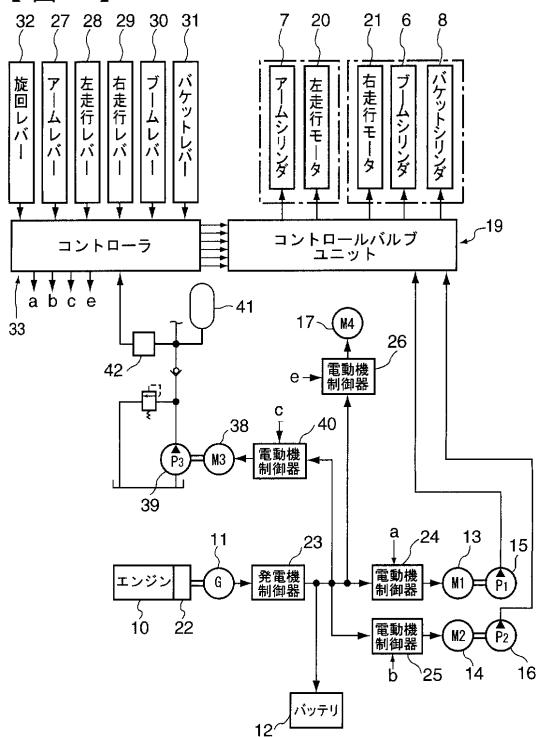
46a ブーム用油圧モータ

50

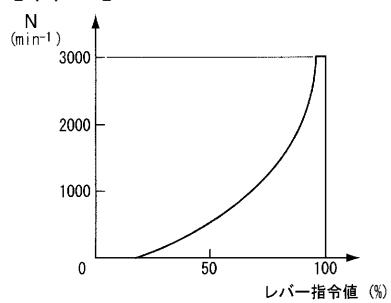
【図1】



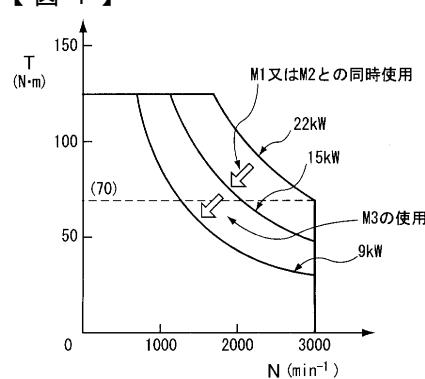
【図2】



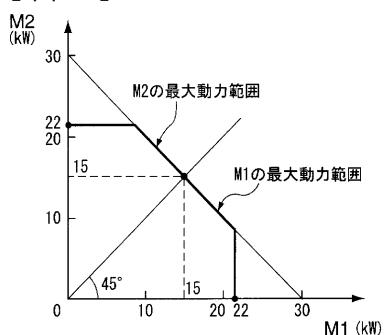
【図3】



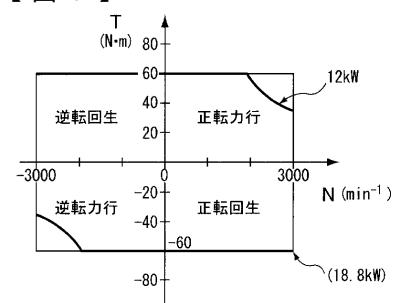
【図4】



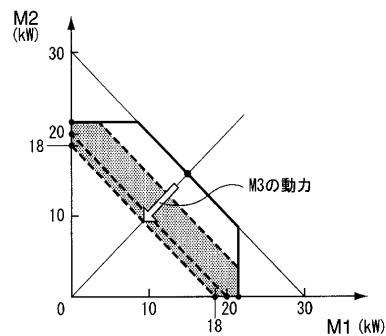
【図5】



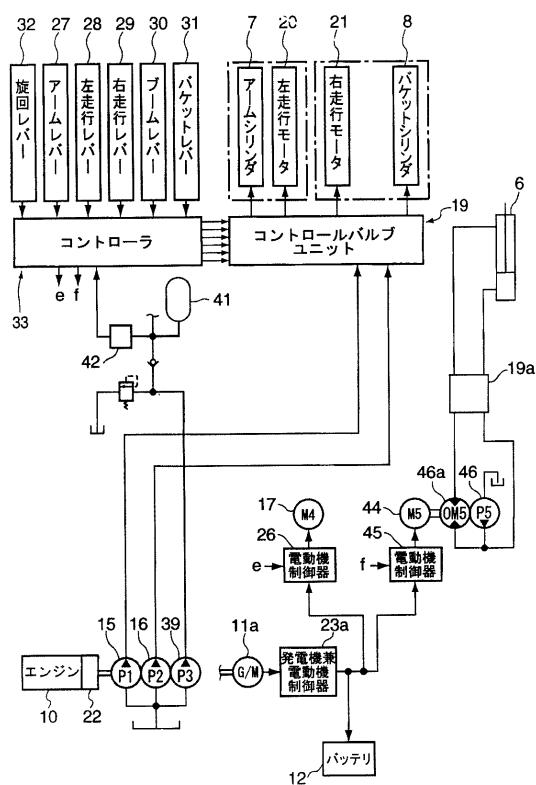
【図6】



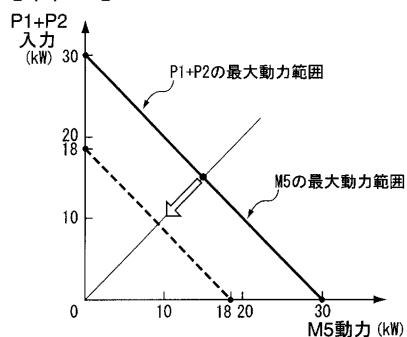
【図7】



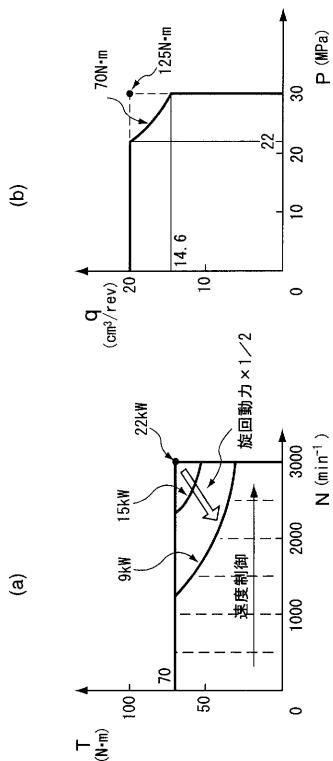
【図8】



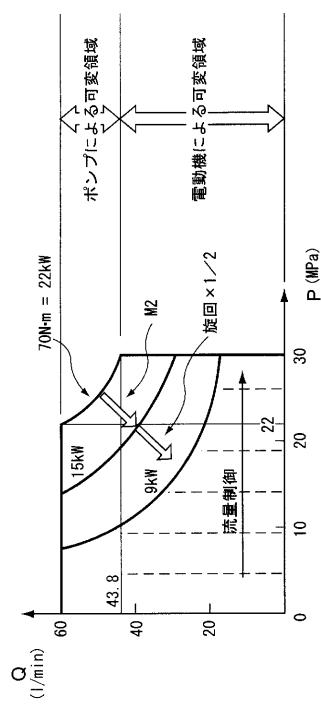
【図9】



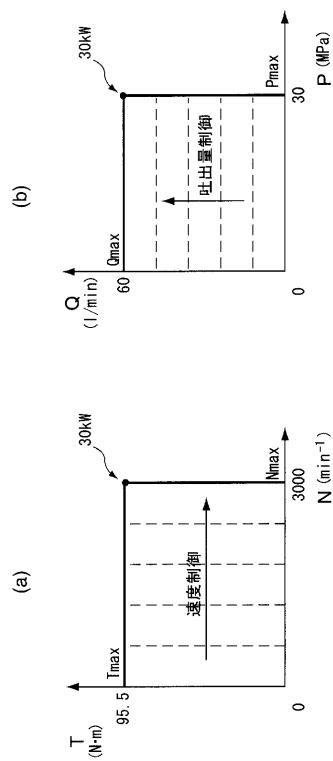
【図10】



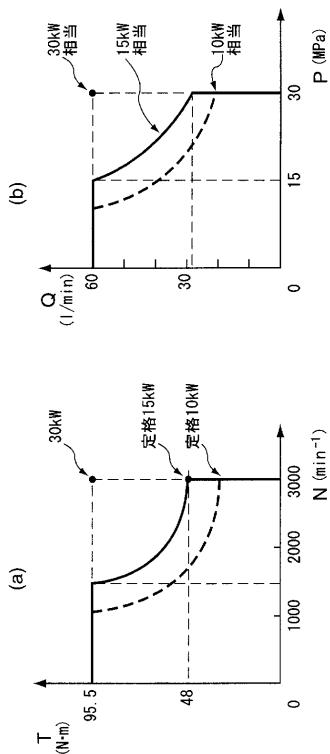
【図 1-1】



【図 1-2】



【図 1-3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-293710(JP, A)
特開2001-003396(JP, A)
特開2001-003397(JP, A)
特開2001-003398(JP, A)
特開2001-002371(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 9/20

E02F 9/22

F04B 49/06

F15B 11/00