

(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
2013年11月21日(21.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/172276 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) F02D 29/00 (2006.01)
B60L 11/14 (2006.01) F02D 29/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/063199
- (22) 国際出願日: 2013年5月10日(10.05.2013)
- (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 2012-110875 2012年5月14日(14.05.2012) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1128563 東京都文京区後楽二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石原 新士(ISHIHARA Shinji); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 星野 雅俊(HOSHINO Masatoshi); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 坂本 博史(SAKAMOTO Hiroshi); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 春日 譲(KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目4番1号 トリイ日本橋ビル 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

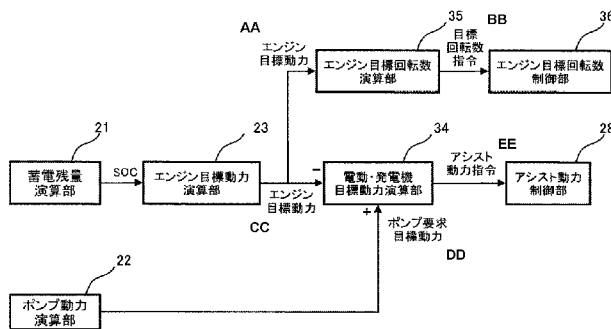
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

[続葉有]

(54) Title: HYBRID CONSTRUCTION MACHINERY

(54) 発明の名称: ハイブリッド式建設機械

[図3]



- AA Engine target power
- BB Target engine speed command
- CC Engine target power
- DD Pump demand target power
- EE Assist power command
- 21 Remaining electric power calculating unit
- 22 Pump power calculating unit
- 23 Engine target power calculating unit
- 28 Assist power control unit
- 34 Motor generator target power calculating unit
- 35 Target engine speed calculating unit
- 36 Target engine speed control unit

(57) Abstract: The invention comprises: a motor generator (2) to transmit torque between an engine (1) and the same, a hydraulic pump (3) driven by way of at least one of the engine or the motor generator, a hydraulic actuator (5) driven by way of pressurized oil discharged from the hydraulic pump, an electricity storing device (10) for supplying electric power to the motor generator, and a controller (8) that sets the target power for the engine and the motor generator so as to meet the power requirements of the hydraulic pump, wherein the controller sets the target power for the engine to monotonically increase according to the decrease of the remaining electric power in the electricity storing device. Thus, even though the reduction of fuel consumption and exhaust gas is targeted, a favorable operation feeling for the operator can be retained.

(57) 要約: エンジン(1)との間でトルクの伝達を行う電動・発電機(2)と、エンジン及び電動・発電機の少なくとも一方によって駆動される油圧ポンプ(3)と、油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される油圧アクチュエータ(5)と、電動・発電機に電力を供給するための蓄電装置(10)と、油圧ポンプの要求動力を満たすようにエンジン及び電動・発電機の目標動力を設定するコントローラ(8)とを備え、コントローラは、蓄電装置の蓄電残量の減少に応じて、エンジンの目標動力が単調増加するように設定する。これにより、燃料消費量及び排出ガスの削減を図りつつも、オペレータの操作フィーリングを良好に保持できる。

WO 2013/172276 A1

- 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明 細 書

発明の名称 : ハイブリッド式建設機械

技術分野

[0001] 本発明は、動力源としてエンジンと電動・発電機を備える油圧ショベルやホイールローダ等のハイブリッド式建設機械に関する。

背景技術

[0002] 省エネルギー化（低燃費化）や、エンジンから排出され環境負荷となる排気ガス（二酸化炭素、窒素酸化物、粒子状物質など）の排出量削減を目的とした建設機械（油圧ショベルやホイールローダなど）には、エンジンに加えて電動・発電機を動力源として備えたいわゆるハイブリッド式建設機械がある。

[0003] ハイブリッド式建設機械の技術としては、エンジン燃焼効率の低下を回避し、黒煙（排気ガス）の発生を防止する技術が特許第4633813号に示されている。当該技術は、エンジンの出力上限値をある増加率に従って増加させることで、エンジンが急峻に動力を増加させることを回避して排気ガスの抑制を図っている。

[0004] 特許第4512283号には、油圧ポンプの要求動力に対するエンジンの供給動力の過不足分を電動・発電機による充放電操作を通じて調整することで、エンジンと電動・発電機の合計動力の過剰供給を防止して燃費の改善を図り、さらには、油圧ポンプへ動力供給不足によって生じるエンストの防止を図った技術が開示されている。

[0005] 特開2003-9308号公報には、エンジンを完全に停止させ電動機のみで建設機械を駆動する構成を選択可能にすることで、当該構成の選択中は燃料を消費せずかつ排気ガスも排出することなく作業可能とした技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4633813号

特許文献2：特許第4512283号

特許文献3：特開2003-9308号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記の特許第4633813号では、エンジンの出力上限値を所定の増加率で増加することでエンジンの動力変化速度を制限しているが、ポンプの要求動力がエンジンの出力上限を上回った場合には、その差分を電動機の動力で補っている。そのため、例えば、ショベルの掘削動作のように必要な動力が急激に増加する作業中に、蓄電残量が少なく電動機から十分な動力補助を行えない場合には、ポンプへ供給可能な動力が不足するため、ショベルの動作が緩慢になることが避けられない。さらに、当該状況において、エンジンと電動・発電機から供給可能な動力が、必要なポンプ動力に対して大幅に低い場合には、エンジンがストールしてしまう虞もある。

[0008] 上記の特許第4512283号の建設機械では、エンジンを定格出力付近で動作させれば、エンジンの余剰動力を利用して発電機から蓄電装置への充電を常時行うことができる。そのため、蓄電残量が不足する状況を回避でき、ポンプ要求動力に対してエンジンの動力が低い場合にも確実に電動・発電機で動力アシストが実施できる。したがって、先の特許第4633813号に係る技術のようにショベルの動作が緩慢になることは避けられる。しかし、本技術では、エンジン出力に対する制限が存在しないため、過渡的な燃焼状況の悪化を避けることができない。また、エンジンを常に定格出力点（つまり、エンジンの動力増加速度が「±0」の状態）で動作させると、上記の過渡的な状況の発生は避けられるものの、蓄電装置の充放電が常に必要になる。そのため、様々な電気機器（例えば、電動・発電機、インバータなどの変圧デバイス、蓄電装置）の効率に依存したエネルギー損失が常時発生することになり、省エネルギーの効果が小さくなる。さらに、油圧ポンプが動力を要求しない場合にエンジンを定格出力で動かし続けることは、排出ガス削減の

観点からは好ましいとは言えない。

[0009] 上記の特開2003-9308号公報では、エンジンを停止した状態で作業することで、低燃費と低排出ガスの両立を図れるものの、「排気ガスゼロ運転」で操作性を確保するためには、エンジンの最大動力と同水準の出力を備えた電動・発電機が必要になる。電動・発電機の容量はその動力と相関関係があるため、建設機械の大型化が避けられない。建設機械が大型化すると、旋回動作を行う際に必要となるエネルギーが増加するため燃費が悪化する。さらに、大型化による重量増加は建設機械の登坂能力にも大きな影響を与えるため好ましくない。また、本技術では、エンジンの停止時から使用時にかけて当該エンジンに要求する動力変化が過大になり、急激な燃料噴射により黒煙が発生する可能性がある。

[0010] 本発明は、上記のような課題を鑑みてなされたものであり、燃料消費量及び排出ガスの削減を図りつつも、オペレータの操作フィーリングを良好に保持できるハイブリッド式建設機械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

[0011] 本発明は、上記目的を達成するために、エンジンと、前記エンジンとの間でトルクの伝達を行う電動・発電機と、前記エンジン及び前記電動・発電機の少なくとも一方によって駆動される油圧ポンプと、当該油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される油圧アクチュエータと、前記電動・発電機に電力を供給するための蓄電装置と、前記油圧ポンプの要求動力を満たすように前記エンジン及び前記電動・発電機の目標動力を設定する制御手段とを備え、前記制御手段は、前記蓄電装置の蓄電残量の減少に応じて、前記エンジンの目標動力の制限値を単調増加するものとする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、蓄電残量が比較的多い場合には応答性の高い電動・発電機が優先的にポンプ要求動力を出力し、蓄電残量が比較的少ない場合には蓄電残量に依存しないエンジンが優先的にポンプ要求動力を出力するので、蓄電残量に関わらず良好な操作フィーリングを確保できるとともに燃料消費量

及び排出ガスの削減も図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態に係るハイブリッド式油圧ショベルにおける油圧駆動制御装置の概略構成図。

[図2]本発明の実施の形態に係るレギュレータ14によるポンプ吸収トルクの制御特性図。

[図3]本発明の第1の実施の形態に係るコントローラ8の概略構成図。

[図4]本発明の第1の実施の形態に係る動力演算テーブルを示す図。

[図5]SOCが大きい場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図6]SOCが所定の水準まで減少した場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図7]SOCが小さい場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図8]本発明の第2の実施の形態に係るコントローラの概略構成図。

[図9]エンジン目標動力演算部23Aにおける演算処理の内容の一例を示す図。

[図10]エンジン目標動力の基準値に係る最小値の説明図。

[図11]基準動力演算テーブル31の他の例を示す図。

[図12]SOCが大きい場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図13]SOCが所定の水準まで減少した場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図14]SOCが小さい場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図。

[図15]SOCが低い場合におけるエンジン目標動力の決め方についての簡易説明図。

[図16]本発明の第3の実施の形態に係るエンジン目標回転数演算部35が利

用する等燃費テーブルを示す図。

[図17]エンジン目標動力演算部23Bにおける演算処理の内容の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

図1は本発明の実施の形態に係るハイブリッド式油圧ショベルにおける油圧駆動制御装置の概略構成図である。この図に示す油圧駆動制御装置は、エンジン1と、エンジン1の燃料噴射量を調整するガバナ7と、エンジン1の実回転数を検出する回転数センサ（実回転数検出手段）6と、エンジン1の出力軸に機械的に連結され、エンジン1との間でトルクの伝達を行う電動・発電機2と、エンジン1及び電動・発電機2の出力軸に機械的に連結され、エンジン1及び電動・発電機2の少なくとも一方によって駆動される可変容量型油圧ポンプ3（以下、単に「油圧ポンプ3」と称することがある）及びパイロットポンプ32と、油圧ポンプ3から吐出される圧油によって駆動される油圧アクチュエータ5と、パイロットポンプ32から吐出される圧油を減圧してバルブ装置4に出力することで油圧アクチュエータ5を制御するための操作レバー（操作装置）16と、主に電動・発電機2を駆動するための電力を蓄えるための蓄電装置（蓄電手段）10と、油圧ポンプ3の容量を調節するポンプ容量調節装置（ポンプ容量調節手段）14と、ポンプ容量調節装置14を制御する電磁比例弁15と、電動・発電機2の制御とともに、電動・発電機2と蓄電装置10間での電力の授受を制御するインバータ（電力変換装置）9と、エンジン1、電動・発電機2及び油圧ポンプ3をはじめとする各種装置を制御するためのコントローラ（制御手段）8とを備えている。

[0015] 図1に示す油圧駆動制御装置は、油圧ポンプ3で吐出した圧油をまず複数のコントロールバルブを備えるバルブ装置4に供給し、当該バルブ装置4で圧油の流量・方向・圧力を適宜変更した後に各油圧アクチュエータ5に供給することで各油圧アクチュエータ5の駆動を制御している。バルブ装置4に

おけるコントロールバルブは、パイロットポンプ32から吐出され、操作レバー16の操作量に応じて減圧された圧油によって制御される。操作レバー16の操作量は、パイロットポンプ32からバルブ装置4（コントロールバルブ）に出力される圧油の圧力を圧力センサ18a, 18b（図1参照）等の圧力検出手段で検出することで検出できる。

[0016] また、本実施の形態に係る油圧ショベルに設置される油圧アクチュエータ5としては、上部旋回体の前方に取り付けられた多関節型の作業装置を駆動するための油圧シリンダ（ブームシリンダ、アームシリンダ及びバケットシリンダ等）や、上部旋回体を旋回させるための油圧モータ（旋回モータ）や、上部旋回体の下部に取り付けられた下部走行体を走行させるための油圧モータ（走行モータ）等があるが、図1ではこれらをまとめて油圧アクチュエータ5と表記している。

[0017] エンジン1は、ガバナ7によって燃料噴射量を制御することで調速される。油圧ポンプ3には、油圧ポンプ3の負荷を演算するために必要な情報を検出する手段（ポンプ情報検出手段）として、油圧ポンプ3から吐出される圧油の圧力を計測する圧力センサ19（圧力検出手段）と、当該圧油の流量を計測する図示しない流量センサ（流量検出手段）と、油圧ポンプ3の傾転角を計測する図示しない角度センサ（角度検出手段）とが設置されており、これら圧力センサ19、流量センサ及び角度センサは、検出したセンサ値をコントローラ8に出力している。

[0018] レギュレータ14と電磁比例弁15は、コントローラ8から出力される操作信号に基づいて油圧ポンプ3の容量を調節するポンプ容量調節装置である。レギュレータ14は油圧ポンプ3に備えられており、レギュレータ14によって油圧ポンプ3の斜板もしくは斜軸の傾転角を操作すると、油圧ポンプ3の容量（押しのけ容積）が変更されて油圧ポンプ3の吸収トルク（入力トルク）を制御することができる（ポンプ吸収トルク制御）。電磁比例弁15には、パイロットポンプ32に接続された配管（図示せず）を介して圧油が供給される。本実施の形態におけるレギュレータ14は、電磁比例弁15が

発生する制御圧によって制御されている。電磁比例弁 15 は、コントローラ 8 から出力される指令値に基づいて作動する。

[0019] 本実施の形態に係るレギュレータ 14 は、例えば、図 2 に示した制御特性図に従って油圧ポンプ 3 の容量を制御している。図 2 は本発明の実施の形態に係るレギュレータ 14 によるポンプ吸収トルクの制御特性図である。この図に示す折れ線 31A は、油圧ポンプ 3 の吐出圧に対して設定される油圧ポンプ 3 の容量の特性を示しており、エンジン 1 と電動・発電機 2 の合計出力の最大値（図 2 中の破線で示した双曲線（一定トルク線図））を超えない範囲で油圧ポンプ 3 のトルク（ポンプ容量とポンプ吐出圧力の積）がほぼ一定になるように設定されている。すなわち、その時々々のポンプ吐出圧力に応じて折れ線 31A を利用して油圧ポンプ 3 の容量を設定すれば、エンジン 1 と電動・発電機 2 による最大出力を超えないように油圧ポンプ 3 のトルクを制御できる。ポンプ吐出圧力が P_1 以下である時にはポンプ吸収トルク制御は実施されず、ポンプ容量はバルブ装置 4 の各コントロールバルブを操作するための操作レバーの操作量によって決定される（例えば、いずれかの操作レバーの操作量が最大の時に q_1 になる）。一方、ポンプ吐出圧力が $P_1 \sim P_2$ になると、レギュレータ 14 によるポンプ吸収トルク制御が実施され、ポンプ吐出圧の増加に伴って折れ線 31A に沿ってポンプ容量が減少するようにレギュレータ 14 によってポンプ傾転角が操作される。これにより、ポンプ吸収トルクは、折れ線 31A で規定したトルク以下になるように制御される。なお、 P_2 はポンプ吐出圧力の最大値であり、バルブ装置 4 において油圧ポンプ 3 側の回路に接続されるリリーフ弁の設定圧力に等しく、ポンプ吐出圧力はこの値以上に上昇しない。なお、ここでは、油圧ポンプの吸収トルクの制御特性図として、2つの直線を組み合わせた折れ線 31A を使用したが、図 2 中の一定トルク線図（双曲線）を超えない範囲で設定すれば他の制御特性図を利用しても良い。

[0020] コントローラ 8 は、油圧ポンプ 3 の吸収トルクに基づいて生成した操作信号（電気信号）を電磁比例弁 15 に出力し、電磁比例弁 15 は当該操作信号

に応じた制御圧力を生成することでレギュレータ 14 を駆動する。これによりレギュレータ 14 によって油圧ポンプ 3 の容量が変更され、油圧ポンプ 3 の吸収トルクはエンジンストールが発生しない範囲に調整される。

[0021] バッテリ又はキャパシタ等で構成される蓄電装置 10 には、蓄電装置 10 の蓄電量を演算するために必要な情報を検出する手段（蓄電情報検出手段）として、電流センサ 11、電圧センサ 12 及び温度センサ 13 が取り付けられている。コントローラ 8 は、これらセンサ 11、12、13 によって検出された電流、電圧及び温度等の情報に基づいて蓄電残量演算部 21（後述）において蓄電装置 10 の蓄電残量を演算し、蓄電装置 10 の蓄電量を管理している。

[0022] 図 3 は本発明の第 1 の実施の形態に係るコントローラ 8 の概略構成図である。なお、先の図に示した部分と同じ部分には同じ符号を付して説明は適宜省略することがある（後の図についても同じ）。この図に示すコントローラ 8 は、主に油圧ポンプ 3 の要求動力を満たすようにエンジン 1 及び電動・発電機 2 の目標動力を設定する処理を実行する部分であり、蓄電残量演算部 21 と、エンジン目標動力演算部 23 と、ポンプ動力演算部 22 と、電動・発電機目標動力演算部 34 と、アシスト動力制御部 28 と、エンジン目標回転数演算部 35 と、エンジン目標回転数制御部 36 を備えている。また、コントローラ 8 は、ハードウェア構成として、本発明に係る各種処理プログラムを実行するための演算処理装置（例えば、CPU）、当該制御プログラムをはじめ各種データを記憶するための記憶装置（例えば、ROM、RAM）等を備えている（いずれも図示せず）。なお、油圧系や各種電装品等についてもコントローラ 8 で制御が実施されているが、ここでは詳細な説明は省略する。

[0023] 蓄電残量演算部（蓄電残量演算手段）21 は、蓄電装置 10 の蓄電残量（SOC : State Of Charge（以下、SOC と称することがある））を演算し、当該蓄電残量を出力する処理を実行する部分である。蓄電残量を演算する方法としては、公知のものを利用すれば良く、例えば、電流センサ 11 と、電

圧センサ 12 と、温度センサ 13 によって検出された電流、電圧及び温度等の情報に基づいて蓄電残量を算出するものがある。

[0024] エンジン目標動力演算部（エンジン目標動力演算手段）23 は、蓄電残量演算部 21 から出力された SOC に基づいて、エンジン 1 の目標動力（エンジン目標動力）を演算する処理を実行する部分である。エンジン目標動力は、エンジン目標動力演算部 23 によって、SOC の減少とともに単調増加するように設定されている。なお、ここにおける「単調増加」には、（1）SOC の減少とともにエンジン目標動力が常に増加していく「狭義の単調増加」だけでなく、（2）SOC の減少とともに、エンジン目標動力が所定の SOC 区間で一定に保持されながら階段状（離散的）に増加していく「広義の単調増加」も含まれるものとする（なお、「広義の単調増加」は、SOC の減少とともに、エンジン目標動力が減少することなく増加することから「単調非減少」と呼ばれることもある。）。本実施の形態におけるエンジン目標動力演算部 23 は、SOC に基づいてエンジン目標動力を算出するに当たって、図 4 に示す動力演算テーブルを用いている。

[0025] 図 4 は本発明の第 1 の実施の形態に係る動力演算テーブルを示す図である。このテーブルは、蓄電残量演算部 21 からの入力である SOC を横軸にとっており、エンジン目標動力演算部 23 の出力である目標動力を縦軸にとっている。この図に示すように、本実施の形態に係る動力演算テーブルでは、SOC の減少に応じてエンジン目標動力が階段状に増加（広義の単調増加）するように設定されており、テーブル全体で見るとエンジン目標動力は左肩上がりで増加しており、左肩下がりの部分は存在していない。これにより、蓄電残量が相対的に多い（SOC が相対的に高い）場合には、エンジン目標動力が低く設定されるようになっており、エンジン 1 の目標動力を低くすることで燃料消費量の低減を図っている。一方、蓄電残量が相対的に少ない（SOC が相対的に低い）場合には、エンジン目標動力が大きく設定されるようになっている。すなわち、SOC が低い場合には、電動・発電機 2 を発電機として利用する頻度を高め、蓄電装置 10 が過放電になる状況の回避を図

っている。

[0026] なお、図4の例では、SOCがS1（第1設定値）以下の値に達すると、エンジン目標動力をエンジン1の最大動力に設定しており、また、SOCがS2（第2設定値（S2はS1より大きい値とする））以上に達すると、エンジン目標動力を油圧ポンプ3の最小動力より小さい値に設定している。すなわち、SOCがS2以上のときは、電動・発電機2が電動機として動作することになる。

[0027] また、ここでは、SOCの変化に追従してエンジン目標動力が容易に変化することを抑制する観点から、SOCの減少とともにエンジン目標動力が階段状に単調増加（広義の単調増加）するテーブルを用いた。このようにテーブルを設定すると、さらに、記憶装置の使用容量を抑制できる点や、演算処理装置の演算速度の向上が見込める点にもメリットがある。また、テーブルの設計方法はこれに限られるものではなく、例えば、後述するように、SOCの減少に応じてエンジン目標動力が常に増加（狭義の単調増加）するもの（例えば、曲線状のグラフ）を利用しても良い。

[0028] ポンプ動力演算部（ポンプ動力演算手段）22は、油圧ポンプ3の要求動力（ポンプ要求動力）を演算し、当該ポンプ要求動力を出力する処理を実行する部分である。油圧ポンプ3の要求動力を演算する方法としては、例えば、操作レバー16の操作量（レバー操作量）を入力し、当該操作量の大小に基づいて要求動力を算出するものがある。なお、操作レバー16の操作量を求める方法としては、圧力センサ18a、18bの検出値を利用するものがある。なお、ポンプ要求動力の代わりに、油圧ポンプ3が出力している実際のポンプ動力をポンプ要求動力としてみなしても良い。この実際のポンプ動力を算出する方法としては、例えば、圧力センサ19を介して検出されるポンプ吐出圧と、流量センサを介して検出されるポンプ吐出流量とを乗じるものがある。

[0029] 電動・発電機目標動力演算部（電動・発電機目標動力演算手段）34は、エンジン目標動力とポンプ要求動力に基づいて電動・発電機2の目標動力（

アシスト目標動力)を演算する処理を実行する部分である。本実施の形態では、ポンプ動力演算部22から出力されるポンプ要求動力から、エンジン目標動力演算部23から出力されるエンジン目標動力を減ずることで、アシスト目標動力が算出されている。つまり、「アシスト目標動力=ポンプ要求動力-エンジン目標動力」。ここで算出されたアシスト目標動力は、アシスト動力指令に変換されてアシスト動力制御部28に出力される。なお、アシスト目標動力が正值の場合(すなわち、「ポンプ要求動力>エンジン目標動力」の場合)は電動・発電機2は充電装置10の電力を利用して電動機として動作し、負値の場合(すなわち、「ポンプ要求動力<エンジン目標動力」の場合)はエンジン1に駆動されて発電機として動作する。

[0030] アシスト動力制御部(アシスト動力制御手段)28は、アシスト動力指令に基づいて電動・発電機2を制御する部分であり、図1中のインバータ9に相当する。

[0031] エンジン目標回転数演算部(目標回転数演算手段)35は、エンジン目標動力演算部23から出力されるエンジン目標動力に基づいてエンジン1の目標回転数を演算する処理を実行する部分である。目標回転数の算出方法としては、例えば、エンジン目標動力演算部23から入力されたエンジン目標動力を達成可能な回転数とトルクの複数の組合せの中から、所望の燃費が達成される組合せを選択し、当該組合せに係る回転数を目標回転数とするものがある。ここで算出されたエンジン目標回転数は、目標回転数指令に変換されてエンジン目標回転数制御部36に出力される。

[0032] エンジン目標回転数制御部(エンジン制御手段)36は、目標回転数指令に基づいてエンジン1を制御する部分であり、図1中のガバナ7に相当する。

[0033] 次に上記のように構成される油圧ショベルにおいて、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力がSOCに応じてどのように算出されるか時系列にしたがって説明する。

[0034] 図5は、SOCがS2以上であり十分に大きい場合(例えば、夜間充電な

どを実施した翌日の作業開始時)におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力、及びアシスト目標動力が電動・発電機目標動力演算部34で変換された前述のアシスト動力指令の変化を示す図である。この図のようにSOCがS2以上の場合は、エンジン目標動力は最小値から開始する。図に示した例では、SOCはS2以上であり、エンジン目標動力の最小値は、油圧ポンプ3の最小動力以下に設定されている。この場合、電動・発電機2が発電機として動作されることは無く、電動機として動作するか動作を停止するのみとなる。

[0035] 蓄電装置10からの放電が進むと、図5(a)に示すようにSOCが徐々に下がる。しかし、図に示した時間ではS2未満までにはSOCが下がらないので、エンジン目標動力は一定(最小値)に保持される。このように、SOCが高い場合には、エンジン目標動力が比較的低めに設定されるため、ポンプ要求動力からエンジン目標動力を減じた値は正值をとる。そのため、図5(c)に示した電動・発電機2へのアシスト動力指令(アシスト目標動力)は助勢側(アシスト側)に働くので、エンジン1の実動力が略一定に保持されてもポンプ要求動力の変化に容易に追従することができる。特に、電動・発電機2はエンジン1よりも応答性に優れているので、オペレータの操作フィーリングを良好に保持することができる。さらに、エンジン1による燃料消費量を抑制できるので、燃料消費量及び排出ガスの削減を図ることができる。

[0036] 次に、ある程度の間、図5に示した動作を続け、SOCがS1より大きくかつS2未満の値まで減少した時点での挙動について図6を用いて説明する。図6は、SOCがS1より大きくS2未満の場合(より具体的には、図4におけるSaより大きくSbより小さい場合)におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力(すなわち、アシスト動力指令)の変化を示す図である。

[0037] この場合は、SOCの減少に応じてエンジン目標動力演算部23で算出されるエンジン目標動力が図5の場合よりも高い値になっている。そのため、

エンジン目標動力は一定に保持されつつも、「ポンプ要求動力ーエンジン目標動力」で算出される電動・発電機2のアシスト動力指令は図6(c)に示すように充電と放電を繰り返す。

[0038] なお、SOCの値が上記のように変化する場合には、エンジン目標動力が、ポンプ要求動力の略中央値（例えば、移動平均値）又は当該中央値よりも僅かに高い値になるように調整しておくことが好ましい。エンジン目標動力の調整は、操作レバー16の操作量からポンプ要求動力を予測して演算テーブルを逐次書き変えることで行ってもよいし、油圧ショベルの作業内容が事前に分かっている場合には当該作業内容に合わせて行っても良い。これにより、SOCが減少した場合には、エンジン目標動力がポンプ要求動力の中央値をとるため、電動・発電機2のアシスト動力指令は図6(c)に示すように充電と放電を繰り返し、エンジン1の動力が急峻に変化することが抑制されつつ、SOCが一定水準に保たれる。これにより、電動・発電機2による助勢（アシスト）が不可能な状況を回避できる。また、エンジン目標動力をポンプ要求動力の中央値よりも高く設定することは、充電側の頻度を高めることになり、充放電に伴うエネルギー損失によりSOCが減少するのを防止する効果がある。

[0039] 最後に、SOCがS1を下回った場合の挙動について図7を用いて説明する。図7は、SOCがS1未満の場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力、及びアシスト目標動力（すなわち、アシスト動力指令）の変化を示す図である。

[0040] この場合には、エンジン目標動力演算部23で算出されるエンジン目標動力がエンジン動力の最大値に設定される。そのため、電動・発電機2が電動機として動作されることは無く、発電機として動作するか動作を停止するのみとなる。そのため、図7(a)に示したように、時間の経過とともにSOCが増加する傾向にある。

[0041] このようにエンジン目標動力を設定すると、SOCが少ない場合には、SOCの大小に依存しないエンジンが優先的にポンプ要求動力を出力するので

、オペレータの操作フィーリングを良好に保持できる。また、その際、エンジン1は定格出力点（最大動力）で運転されるため、エンジン1の燃焼状態が安定し排出ガス中に含まれる環境負荷を与える物質の含有量が抑制される。また、ポンプ要求動力が小さいときには、エンジン1の効率が良い高出力点で発電することになるので燃費の向上も期待できる。さらに、ポンプ要求動力の最大値以上の動力を出力できるエンジン1を利用すれば、ポンプ要求動力に対して動力不足になることもないので、オペレータの操作フィーリングを常に良好に維持できる。

[0042] なお、SOCの設定値S1（図4参照）は、本発明が適用される建設機械に係るポンプ要求動力の変化プロファイルに基づいて設計することが好ましい。例えば、油圧ショベルに適応する場合であれば、主に掘削動作時にポンプ要求動力が瞬間的に増加することがあるが、そのような場合にも、エンジン動力の急激な変化が抑制可能なアシスト動力を発生できる程度の電力が確保できるようにS1を設定することが好ましい。S1は、この最小電力に対していくらかの余裕を見積もって設計することが好ましい。このようにS1を設計すれば、エンジン動力が急激に変化することが防止でき、かつ、余裕分の見積もりによって過放電になることも回避可能である。

[0043] 上記のように構成した本実施の形態によれば、SOCが比較的高い場合には、主に電動・発電機2の動力（アシスト動力）でポンプ要求動力を負担することになるので、エンジン1では過渡的な燃料噴射が抑えられ排出ガス中の環境負荷を有する物質の含有量が抑制される。また、SOCが減少すると、エンジン1による負担分を増やす構成をとっているため、SOCが少ないために十分なアシスト動力が出力できない場合であっても、ポンプ要求動力をエンジン1で確保できる。すなわち、図5から7のすべての状態において、油圧ポンプ3の要求動力がエンジン1と電動・発電機2の動力の和によって確保できていることが確認できる。したがって、本実施の形態によれば、蓄電装置10の蓄電残量によらず、従来の建設機械と同等の速度で油圧アクチュエータ5を動作させることができる、つまり、オペレータの操作フィー

リングを良好に保持することができる。

[0044] また、上記のような制御構成を採用すると、ハイブリッド式ショベルにおける掘削動作のように一定の作業を繰り返す操作では、油圧ポンプ3の要求動力は同様の波形を周期的に繰り返すので、電動・発電機2による充電と放電がバランスし易い。そのため、SOCが一定範囲内に収まり、安定した動作を行うことが可能である。

[0045] 図8は本発明の第2の実施の形態に係るコントローラの概略構成図である。この図に示すコントローラは、第1の実施の形態とは異なるエンジン目標動力演算部23Aを備えている。エンジン目標動力演算部23Aは、エンジン目標動力の変化速度をポンプ要求動力の変化速度にどの程度まで追従させるかを考慮している点で先の実施の形態のものと異なる。具体的には、目標動力演算部23Aは、蓄電装置10のSOCが減少するにつれてエンジン目標動力の変化速度を大きくする（ポンプ要求動力の変化速度に近づける）ための演算を実行している。

[0046] エンジン目標動力演算部23Aは、エンジン1の目標動力の基準値をSOCに基づいて演算する処理を実行する基準動力演算部（基準動力演算手段）24と、エンジン1の目標動力の変動幅や変動速度をSOCに基づいて演算する処理を実行する動力速度演算部（動力速度演算手段）25を備えている。動力速度演算部25は、SOCに応じてエンジン目標動力の変化速度（時定数T）を規定する変化速度演算部（変化速度演算手段）26と、基準動力演算部24で算出される基準値からの動力変化量をポンプ要求動力に応じて規定する平準動力演算部（平準動力演算手段）27を備えている。目標動力演算部23Aでは、基準動力演算部24と動力速度演算部25の演算結果の和をエンジン目標動力とし、当該エンジン目標動力をエンジン目標回転数演算部35と電動・発電機目標動力演算部34に出力する。エンジン目標回転数演算部35では、第1の実施の形態と同様に、当該エンジン目標動力を用いて目標回転数指令を算出する。また、電動・発電機目標動力演算部34では、当該エンジン目標動力とポンプ動力演算部22で演算されたポンプ要求

動力との差からアシスト動力指令を算出している。次に、本実施の形態における基準動力演算部 24、変化速度演算部 26 及び平準動力演算部 27 で実行される具体的な演算処理の内容について図 9 を用いて説明する。

[0047] 図 9 はエンジン目標動力演算部 23 A における演算処理の内容の一例を示す図である。基準動力演算部 24 は、蓄電残量演算部 21 で演算された SOC に基づいてエンジン目標動力の基準値を決めるに当たって、図 9 に示す基準動力演算テーブル 31 を用いる。基準動力演算テーブル 31 では、基準動力演算部 24 への入力である SOC を横軸にとっており、基準動力演算部 24 からの出力である基準動力を縦軸にとっている。図 9 の基準動力演算テーブル 31 では、SOC と基準動力の関係を曲線で定義している点で図 4 に示した第 1 の実施の形態のものと異なるが、SOC が減少するにつれて基準動力が大きくなるように規定している点で両者は共通している。また、図 9 の例でも、SOC が S1 以下の値に達すると基準値（エンジン目標動力）が最大値に達し、SOC が S2 以上に達すると基準値が最小値に達するものとする。次に、基準値の最小値について説明する。

[0048] 図 10 はエンジン目標動力の基準値に係る最小値の説明図である。基準動力演算テーブル 31 における基準値（エンジン目標動力）の最小値は、「油圧ポンプ 3 の最大動力－電動・発電機 2 の最大動力」で規定しておくことが好ましい。この値を基準値の最小値とすると、図 10 のようにポンプ要求動力が急峻に増加した場合でも、エンジン動力を変化させることなく、ポンプ要求動力を確保できるため、エンジン 1 の燃焼状況を悪化させることが無く、さらに油圧機器の操作性を損ねることも無い。なお、ポンプ要求動力が低い場合には電動・発電機 2 で充電を行うことで、アシストが必要なときに備えることもできる。ただし、蓄電装置 10 がフル充電のときには充電を行うことができないので、エンジン 1 を停止させるか、エンジン目標動力の基準値を一時的に下げることで過充電の防止を行う必要がある。

[0049] なお、エンジン目標動力の最小値を、「電動・発電機 2 の応答性」に応じて決めることもできる。この場合には、図 10 において、エンジン動力点 B

からポンプ最大動力点Aに到達するまでの時間「 $t_2 - t_1$ 」で規定される動力変化速度「 $(A - B) / (t_2 - t_1)$ 」が電動・発電機2の最大動力変化速度以下になるようにB点を設計すれば良い。実際の利用においては、最大動力で定義されるエンジン目標動力と、動力変化速度で規定されるエンジン目標動力を比較し、どちらか大きな方を選択することが最も好ましい。なお、動力変化速度とは、動力の単位時間あたりの変化量を示し、エンジン1、発電・電動機2などの出力応答性を示す。

[0050] 図11は基準動力演算テーブル31の他の例を示す図である。SOCの低下後に電動・発電機2によって発電を行ってSOCを上昇させると、エンジン1の目標動力の基準値を再度下げることになる。その際、制御目標値の切替えに起因して、充放電の繰り返し（ハンチング）が生じる可能性がある。この点に対応する場合には、図11に示した基準動力演算テーブル31のようにヒステリシス特性を持ったものを利用することが好ましい。この動力演算テーブル31では、SOCが減少する際には実線51に従って基準動力を上げていき、SOCが増加する際には点線52に従うように基準動力を下げている。このような基準動力演算テーブル31を利用するとハンチングを防止することができる。

[0051] 図9に戻り、動力速度演算部25について説明する。動力速度演算部25では1次のローパスフィルタを利用した構成を採用している。本実施の形態における動力速度演算部25では、まず、蓄電残量演算部21によって演算されたSOCに応じてローパスフィルタの時定数Tを決定する。この演算には図9に示した時定数演算テーブル32を用いる。時定数演算テーブル32は、変化速度演算部26への入力であるSOCを横軸にとっており、変化速度演算部26からの出力である時定数Tを縦軸にとっている。時定数演算テーブル32では、蓄電残量が多い（SOCが高い）場合は時定数Tが大きく設定され、蓄電残量が少ない（SOCが低い）場合には時定数Tが小さく設定される。

[0052] 平準動力演算部27は、1次のローパスフィルタになっており、その時定

数 T が変化速度演算部26で演算された出力に応じて変化する構成になっている。ポンプ動力演算部22で計算されたポンプ要求動力を、このローパスフィルタにかけることで、ポンプ要求動力が平準化された値が動力速度演算部25の出力として算出される。なお、図中の「 s 」はラプラス演算子、「 K 」はゲインを意味する（後の図も同様）。

[0053] 動力速度演算部25をこのような構成にすると、蓄電残量が多い（SOCが高い）ときは時定数 T が大きな値をとり、動力速度演算部25の出力は、ポンプ要求動力の変化速度に対して非常にゆっくりと立ち上がることになる。このため、ポンプ要求動力が急峻に立ち上がったとしても、エンジン目標動力は基準動力演算部24で算出された基準動力からほとんど変化することが無い。よって、エンジン1は燃焼状態が安定した状況を維持することができる。

[0054] 一方、蓄電残量が少ない（SOCが低い）ときは時定数 T が小さな値をとり、動力速度演算部25の出力は、時定数 T が大きいとき（SOCが高いとき）よりも相対的に素早く立ち上がることになる。このため、SOCが少なく電動アシストが十分に行えないであろう場合には、エンジン1の出力変化速度を大きくとってポンプ要求動力を確保することで、良好な操作性が維持される。

[0055] ここで、時定数演算テーブル32（変化速度演算部26）で決定される時定数 T の最小値（最小時定数）は、エンジンの動力変化速度の最大値を規定することになるので、最小時定数 T におけるローパスフィルタを通過する周波数領域が、エンジンの燃費や排出ガスの過渡応答特性を悪化しない範囲になるように設計する必要がある。また、平準動力演算部27で利用されるローパスフィルタのゲイン K もエンジン目標動力の変化率を決めるパラメータになる。なお、本実施の形態では、簡略してゲイン K を一定値としているが、時定数 T 同様にゲイン K の値をSOCに応じて変更する構成にしても良い。

[0056] なお、図9の例では平準動力演算部27に1次のローパスフィルタを用い

たが、コントローラの実現方法は、当然、この例に限定されるものではない。なお、上記例において「1次のローパスフィルタを用いた場合の時定数を変更する」ことは、「移動平均を利用した場合のデータ点の個数を変更する」ことや、「レートリミッタを利用した場合の変化率を変化する」ことなどに相当する。また、もちろん「高次のローパスフィルタ」を利用しても良い。この場合は、カットオフ周波数を変化させるパラメータを変更することになる。

[0057] ところで、電動・発電機2の動力変化速度は、エンジン1の動力変化速度より速く、電動・発電機2が実際に出力する動力は瞬時に「アシスト動力指令」に一致する。このため、上記のような構成をとることで、エンジン1が実際に出力する動力は「ポンプ動力-アシスト動力指令」に等しくなる。つまり、本実施の形態ではエンジン1の動力を直接制御することはないものの、間接的にエンジン1の動力を目標動力演算部23で演算した目標動力に追従させることができる。

[0058] 次に上記のように構成される油圧ショベルにおいて、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力（すなわち、アシスト動力指令）がSOCに応じてどのように算出されるか時系列にしたがって説明する。

[0059] 図12は、SOCが充分にある場合（例えば、夜間充電などを実施した翌日の作業開始時）におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト動力指令の変化を示す図である。この図の例では、時刻ゼロのSOCのとき、エンジン目標動力の基準値は最小値から開始している。また、このとき、時定数演算テーブル31で決定される時定数Tは最大値になる。このため、エンジン目標動力の変化速度はポンプ動力のそれに追従することなく、基準値に近い値をとり続ける。

[0060] 蓄電装置10からの放電が進むと、図12(a)のようにSOCが徐々に下がる。これに従い、基準動力演算部24で算出される基準動力は徐々に増加するが、時定数Tは依然として大きい。そのため、エンジン目標動力は、図12(b)のようにSOCの減少と相反するように増加するような挙動を

示す。このようにエンジン目標動力は低めに設定されるため、「ポンプ動力ーエンジン目標動力」はほぼ正值をとる。そのため、電動・発電機2へのアシスト動力指令(図12(c))は、助勢側に働く頻度が高く、かつ、大きく変動する。このように、変化の速いポンプ要求動力に対して、電動・発電機2から素早く動力を供給すると、エンジン1の実動力は滑らかに変化する。

[0061] 次に、図12の状態からある程度時間が経過し、SOCが所定の水準まで減少した時点での挙動について図13を用いて説明する。図13は、図13(a)中に破線で示した所定の水準 S_c (S_1 より大きくかつ S_2 未満の値)の近傍までSOCが減少した場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図である。

[0062] この場合は、SOCの減少に応じて基準動力演算部24で算出される基準動力が先の場合よりもある程度高い値になっており、かつ、変化速度演算部26で求まる時定数 T の値も先の場合よりも小さくなっている。

[0063] この場合についても、第1の実施の形態と同様に、エンジン目標動力を、ポンプ要求動力の略中央値(例えば、移動平均値)又は当該中央値よりも僅かに高い値になるように調整しておくことが好ましい。このようにすると、エンジン目標動力がポンプ要求動力の中央値をとるため、「ポンプ要求動力ーエンジン目標動力」で算出される電動・発電機2のアシスト動力指令は図13(c)に示したように充放電を繰り返す。これにより、エンジン1の動力が急峻に変化することが防止できるとともに、SOCが一定水準に保たれるので電動・発電機2によってエンジン1の助勢が不可能な状況に陥ることを回避できる。また、エンジン目標動力をポンプ要求動力の中央値よりも高くとることは、充放電に伴うエネルギー損失によりSOCが減少することを防止する効果がある。

[0064] 最後に、SOCが S_1 を下回った場合の挙動について図14を用いて説明する。図14は、SOCが S_1 未満の場合におけるSOC、ポンプ要求動力、エンジン目標動力及びアシスト目標動力の変化を示す図である。

- [0065] この場合には、基準動力演算部 24 で算出されるエンジン 1 の基準動力がエンジン動力の最大値よりも高い値をとる。なお、基準動力演算テーブル 31 として図 11 に示したものを利用した場合には、点線 52 のラインへと遷移するため、SOC がある程度の値に回復するまではこの基準動力が維持される。
- [0066] また、このときの SOC は小さいため、変化速度演算部 26 で算出される時定数 T は小さな値をとることになる。そのため、平準動力演算部 27 で算出される動力の変化速度はポンプ要求動力のそれに近づく。なお、図 14 のような条件になる SOC の閾値 (S1) は、第 1 の実施の形態と同様に、適用先の建設機械でのポンプ要求動力の変化プロファイルに基づいて設計することが好ましい。
- [0067] 図 14 のような状態にある場合のエンジン目標動力の変化の様子について、図 15 のエンジン 1 のトルク-回転数特性図 (T-N 特性図) を利用して説明する。図 15 は SOC が低い場合におけるエンジン目標動力の決め方についての簡易説明図である。
- [0068] まず、前述の通り、エンジン目標動力の基準動力は、図 15 に示すようにエンジン 1 の最大動力線よりも高い値をとっている。ローパスフィルタで行われる演算は、基準動力に対する変化分 91 に相当する。なお、図 15 における変化分 91 は、説明を分かり易くするための一例であり、その程度は図示したものに限らない。図 15 のように基準動力 (基準動力演算部 24 の出力) を十分に高く設定すれば、変化分 91 (動力速度演算部 25 の出力) を考慮して生成されるエンジン目標動力 (基準動力演算部 24 と動力速度演算部 25 の出力の和) もエンジン 1 の最大動力線より常に高くなる。しかし、エンジン 1 の目標動力を最大動力より高くとることはできないので、最終的なエンジン目標動力 (エンジン目標動力演算部 23A の出力) は最大動力に制限され、その値をとり続ける。このように、図 14 のように SOC が低い場合には、電動・発電機 2 へのアシスト動力指令は「エンジン最大動力-ポンプ要求動力」の値で定義され、常に「発電要求」として与えられ続ける。

なお、エンジンの小型化などを図る目的で、ポンプ要求動力がエンジンの最大動力を上回るエンジンを搭載した場合は、ポンプ要求動力を制限するなどの制御が必要である。

[0069] 図15のように基準動力をとることで、エンジン1は定格出力点で運転をするため、エンジン1の燃焼状態が安定し排出ガス中に含まれる環境負荷を有する物質の含有量が抑制され、かつ、ポンプ要求動力に対して動力不足になることもないので操作性も維持される。また、エンジン1の効率が良い高出力点で発電に専念するので燃費の向上も期待できる。

[0070] 上記のように構成した本実施の形態によれば、蓄電装置10の蓄電残量が多い場合には、ポンプ要求動力の変化速度に対してエンジンの目標動力の変化は十分に緩やかになる。また、エンジン目標動力とポンプ要求動力の差分をアシスト動力指令（アシスト目標動力）とすることで、高応答な電動・発電機2で素早い動力補助が実現され、エンジン1と電動・発電機2によってポンプ要求動力を満たすことができる。その際、電動・発電機2に比べて応答の遅いエンジン1の動力は緩やかに変化することになる。このため、エンジン1では過渡的な燃料噴射が抑えられ、排出ガス中の環境負荷を有する物質の含有量が抑制される。また、ポンプ要求動力が急激に減少した場合には、エンジン動力の余剰分が発電動力に利用されるため、エンジン1で発生したエネルギーを無駄なく利用することができる。

[0071] 一方、蓄電装置10の蓄電残量が減少すると、エンジン目標動力の変化速度が上昇するとともにエンジン動力による負担分を増やす構成をとっていることで、充電残量が少なく電動・発電機2による十分なアシストが行えない場合であっても、油圧ポンプ3の要求動力をエンジン単独で確保できる。これによって、蓄電装置10の蓄電残量によらずに良好な操作性を確保することが可能になる。

[0072] また、本実施の形態によれば、エンジン目標動力が相対的に小さい領域（低出力領域）で、エンジン動力の変化速度が相対的に小さく設定され、エンジン目標動力が相対的に大きい領域（高出力領域）で、エンジン動力の変化

速度が相対的に大きく設定されることになる。このように制御すると、低出力領域では、排出ガスによる環境負荷の増加が懸念される動作を抑制でき、高出力領域では、無駄な燃料消費を抑制することができる。すなわち、燃費向上と排出ガス抑制の両方に関して効果を発揮できる。なお、本実施の形態では、SOCとポンプ要求動力に基づいてエンジン動力の変化速度を変化させる構成を利用することで、上記の作用・効果を奏するものとしたが、エンジン目標動力の大小に応じてエンジン動力の変化速度の制限値を設定し、当該設定値をエンジン目標動力の大小に応じて変化する構成（すなわち、エンジン目標動力が増加するにつれて、エンジン動力の変化速度の制限値を大きく設定する）を利用しても、同様の作用・効果を発揮できる。

[0073] ところで、上記の各実施の形態では、エンジン目標回転数制御部36（図3参照）によってエンジン1を回転数制御している場合を例に挙げて説明したが、エンジン目標回転数演算部35（図3参照）におけるエンジン目標回転数の具体的な算出方法については特に言及しなかった。エンジン目標回転数は、窒素酸化物等の排出ガス成分の量及び燃費とエンジン回転数及びトルクとの関係を示すエンジン特性データに基づいて算出することが好ましい。そこで、次に、エンジン目標回転数演算部35における目標回転数の好ましい算出例について説明する。

[0074] 図16は本発明の第3の実施の形態に係るエンジン目標回転数演算部35が利用する等燃費テーブルを示す図である。この図に示す等燃費テーブルは、所定の回転数及びトルクにおけるエンジンの燃費を示すエンジン特性データをテーブル形式で表したものであり、横軸にエンジン回転数を取り、縦軸にエンジントルクをとった二次元平面上に、燃費の等しい回転数とトルクの組合せを等高線でプロットすることでエンジン1の燃費特性を表している。

[0075] 前述したエンジン目標回転数演算部35は、前述したエンジン目標動力演算部23から入力されるエンジン目標動力に基づいて、当該エンジン目標動力を出力可能なトルクと回転数の複数の組合せの中から、所望の燃費が実現できる一の組合せ（又は所望の燃費に最も近い一の組合せ）を抽出し、当該

一の組合せに係る回転数を目標回転数として出力する。なお、エンジン動力はトルクと回転数の積であり、所定のエンジン目標動力が達成可能なトルクと回転数の組合せは等燃費テーブル上に曲線（等動力線101）として描くことができる。そのため、図16に示すように、エンジン目標動力演算部23からの入力値に基づいて等動力線101を描き、その等動力線101上の点から燃費の最も良い動作点に係る回転数（N1）を目標回転数として出力しても良い。エンジン目標回転数演算部35の出力はエンジン1の目標回転数として利用される。

[0076] なお、図16に示した等燃費テーブルと同様に、所定の回転数及びトルクにおける窒素酸化物等の排出ガス成分の量を示すエンジン特性データをテーブル形式で表した「等排出ガステーブル」を利用して目標回転数を決定することも可能である。等排出ガステーブルとしては、横軸に回転数、縦軸にトルクをとり、窒素酸化物、粒子状物質、二酸化炭素などの各種排出ガス成分の定常特性（例えば、各排出ガス成分の量）が等しい回転数およびトルクの組み合わせを等高線でプロットすることでエンジン1の排出ガス成分の特性を表したものがある。この等排出ガステーブルを前述の等燃費テーブルと同様に使用すれば、定常状態での排出ガス中の環境負荷を有する物質の量を最適化できるため、負荷の平準化による排ガス浄化の効果をさらに向上することができる。さらに、上記の「等燃費テーブル」と「等排出ガステーブル」を併用することで、低燃費かつ低排出ガスを実現できる動作点でエンジン1を駆動することも可能になる。また、上記の燃費及び排出ガスだけでなく、他のエンジン特性データに基づいて目標回転数を決定しても良い。

[0077] 上記のようにエンジン目標回転数演算部35を構成すれば、オペレータが逐次エンジン回転数を設定することなく、燃費や排出ガスの観点で好ましい動作回転数でエンジン1を動かすことができる。これは省エネルギー、排出ガス中の環境負荷を有する物質の低減を実現するだけでなく、オペレータの作業負担の軽減にもつながる。

[0078] ところで、図9に示したエンジン目標動力演算部23Aの構成は、蓄電装

置 10 として、リチウムイオンバッテリーなどのエネルギー密度が高く、高い出力を持続的に利用できるものを利用した場合に有効な構成である。しかし、キャパシタのように瞬間的にしかエネルギーを供給できない蓄電デバイスの場合にも図 9 のように基準動力を SOC に応じて決定すると、基準動力が急激に上下してしまい、エンジン動力の減少時にエンジンがストールしてしまう虞がある。そこで、次に、蓄電装置 10 として、キャパシタのようなものを利用した場合に有効となる構成について図 17 を用いて説明する。

[0079] 図 17 はエンジン目標動力演算部 23B における演算処理の内容の一例を示す図である。この図に示すエンジン目標動力演算部 23B は、基準動力演算部 24B と、動力速度演算部 25B を備えている。

[0080] 基準動力演算部 24B は、ローパスフィルタ 111 で構成され、ポンプ動力演算部 22 から出力されるポンプ要求動力に対してローパスフィルタ 111 をかけることで基準動力を生成する処理を実行する部分である。なお、図中の K_l はゲインであり、時定数 T_l は SOC に依存しない値である。このようにローパスフィルタ 111 で基準動力を生成すると、エンジン目標動力がポンプ要求動力の中央値に設定される傾向（例えば、図 13 のような状態）が表れるため、図 9 の場合と比較して長時間に渡って高出力な動力アシストを行う頻度が低くなる。

[0081] 動力速度演算部 25B は、ポンプ動力演算部 22 から出力されるポンプ要求動力に対してハイパスフィルタ 112 をかけることでエンジン目標動力の変動速度、変動幅を規定する処理を実行する部分である。なお、図中の K_h はゲインである。また、動力速度演算部 25B は、ハイパスフィルタ 112 で利用される時定数 T_h を、蓄電残量演算部 21 から出力される SOC に応じて規定するための時定数演算テーブル 113 を備えている。時定数演算テーブル 113 は、図 9 の時定数演算テーブル 32 と同様に、蓄電残量が多い（SOC が高い）ほど時定数 T_h は小さく設定され、蓄電残量が少ない（SOC が低い）ほど時定数 T_h は大きく設定される。

[0082] このように設定される時定数 T_h をハイパスフィルタ 112 で利用すると

、SOCが高い時はハイパスフィルタ112の時定数が小さくなるため通過する高周波成分が少なくなる。これによって、蓄電残量が多い場合には、エンジン目標動力の変動幅は小さくなり、電動・発電機2で負担する動力変動が大きくなる。一方、蓄電残量が少なくなると、ハイパスフィルタ112の時定数は大きくなるため、通過する高周波成分が多くなる。なお、ハイパスフィルタ112の時定数の変化が大きいと、エンジン目標動力が急峻に増加し得る。これを避けるため、時定数演算テーブル113では、SOCの変化に伴う時定数の変化量（図17中の ΔT ）を比較的小さくとることが好ましい。

[0083] 上記のように構成したエンジン目標動力演算部23Bによれば、基準動力演算部24Bと動力速度演算部25Bの出力値の和が最終的なエンジン目標動力と出力される。このとき、基準動力は基準動力演算部24Bで蓄電装置10のSOCと関係無く算出されるものの、エンジン目標動力演算部23Bから最終的に出力されるエンジン目標動力は動力速度演算部25Bの作用によりSOCが減少するにつれて大きく設定されることになる。そして、このように構成した場合の挙動は、蓄電装置10のSOCが変化しても基本的に図13と同じ動作を繰り返すことになる。したがって、上記のようにエンジン目標動力演算部23Bを構成すれば、蓄電装置10にキャパシタを利用しても、エンジン動力の減少時にエンジンストールが発生することを回避することができる。

[0084] なお、上記の各実施の形態では、蓄電装置10のSOCが減少するにつれてエンジン目標動力が大きくなるように制御したが、エンジン目標動力の制限値を設定し、当該制限値をSOCの減少に応じて大きくするように制御しても良い。すなわち、エンジン目標動力ではなく、「エンジン目標動力の制限値」をSOCに応じて制御しても良い。また、上記の各実施の形態では、油圧ショベルを例に挙げて説明したが、油圧アクチュエータに圧油を供給するための油圧ポンプをエンジン及び電動・発電機で駆動しているその他のハイブリッド式の建設機械にも本発明が適用可能であることは言うまでもない。

。

[0085] ところで、発明者等は、上記各実施の形態で代表される本発明をハイブリッド式油圧ショベルに適応することで、油圧ショベルの標準的な動作において、排出ガス中の粒子状物質を約30%、窒素酸化物を約20%抑制できることを確認している。

符号の説明

[0086]	1	エンジン
	2	電動・発電機
	3	油圧ポンプ
	5	油圧アクチュエータ
	9	インバータ
	10	蓄電装置
	16	操作レバー
	21	蓄電残量演算部
	22	ポンプ動力演算部
	23, 23A, 23B	エンジン目標動力演算部
	24, 24B	基準動力演算部
	25, 25B	動作速度演算部
	26	変化速度演算部
	27	平準動力演算部
	28	アシスト動力制御部
	31	基準動力演算テーブル
	32	時定数演算テーブル
	34	電動・発電機目標動力演算部
	35	エンジン目標回転数演算部
	36	エンジン目標回転数制御部
	111	ローパスフィルタ
	112	ハイパスフィルタ

1 1 3 時定数演算テーブル

請求の範囲

- [請求項1] エンジンと、
前記エンジンとの間でトルクの伝達を行う電動・発電機と、
前記エンジン及び前記電動・発電機の少なくとも一方によって駆動される油圧ポンプと、
当該油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される油圧アクチュエータと、
前記電動・発電機に電力を供給するための蓄電装置と、
前記蓄電装置の蓄電残量に基づいて前記エンジンの目標動力を設定し、当該エンジンの目標動力と前記ポンプの要求動力に基づいて前記電動・発電機の目標動力を設定する制御手段とを備え、
前記エンジンの目標動力は、前記蓄電装置の蓄電残量が減少するに応じて単調増加するように設定されていることを特徴とするハイブリッド式建設機械。
- [請求項2] 請求項1に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記蓄電残量が減少するにつれて、前記エンジンの目標動力の変化速度を大きく設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記エンジンの目標動力が増加するにつれて、前記エンジンの動力の変化速度の制限値を大きく設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかに記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記蓄電残量が第1設定値以下の値に達すると、前記エンジンの目標動力を前記エンジンの最大動力に設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれかに記載のハイブリッド式建設機械におい

て、

前記制御手段は、前記第1設定値より大きい第2設定値以上の値に前記蓄電残量が達すると、前記エンジンの目標動力を前記油圧ポンプの最小動力より小さい値に設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項6]

請求項1から5のいずれかに記載のハイブリッド式建設機械において、

前記制御手段は、前記エンジンの燃費及び排ガス量の少なくとも一方と当該エンジンの回転数及びトルクとの関係を示すエンジン特性データと、前記エンジンの目標動力とに基づいて、前記エンジンの目標回転数を設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

補正された請求の範囲
[2013年8月2日(02.08.2013)国際事務局受理]

[請求項1]

エンジンと、
前記エンジンとの間でトルクの伝達を行う電動・発電機と、
前記エンジン及び前記電動・発電機の少なくとも一方によって駆動される油圧ポンプと、
当該油圧ポンプから吐出される圧油によって駆動される油圧アクチュエータと、
前記電動・発電機に電力を供給するための蓄電装置と、
前記蓄電装置の蓄電残量に基づいて前記エンジンの目標動力を設定し、当該エンジンの目標動力と前記ポンプの要求動力に基づいて前記電動・発電機の目標動力を設定する制御手段とを備え、
前記エンジンの目標動力は、前記蓄電装置の蓄電残量が減少するに応じて単調増加するように設定されていることを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項2]

請求項1に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記蓄電残量が減少するにつれて、前記エンジンの目標動力の変化速度を大きく設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項3]

(補正後) 請求項1に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記エンジンの目標動力が増加するにつれて、前記エンジンの動力の変化速度の制限値を大きく設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項4]

(補正後) 請求項1に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記蓄電残量が第1設定値以下の値に達すると、前記エンジンの目標動力を前記エンジンの最大動力に設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項5]

(補正後) 請求項4に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記第1設定値より大きい第2設定値以上の値に

前記蓄電残量が達すると、前記エンジンの目標動力を前記油圧ポンプの最小動力より小さい値に設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

[請求項6]

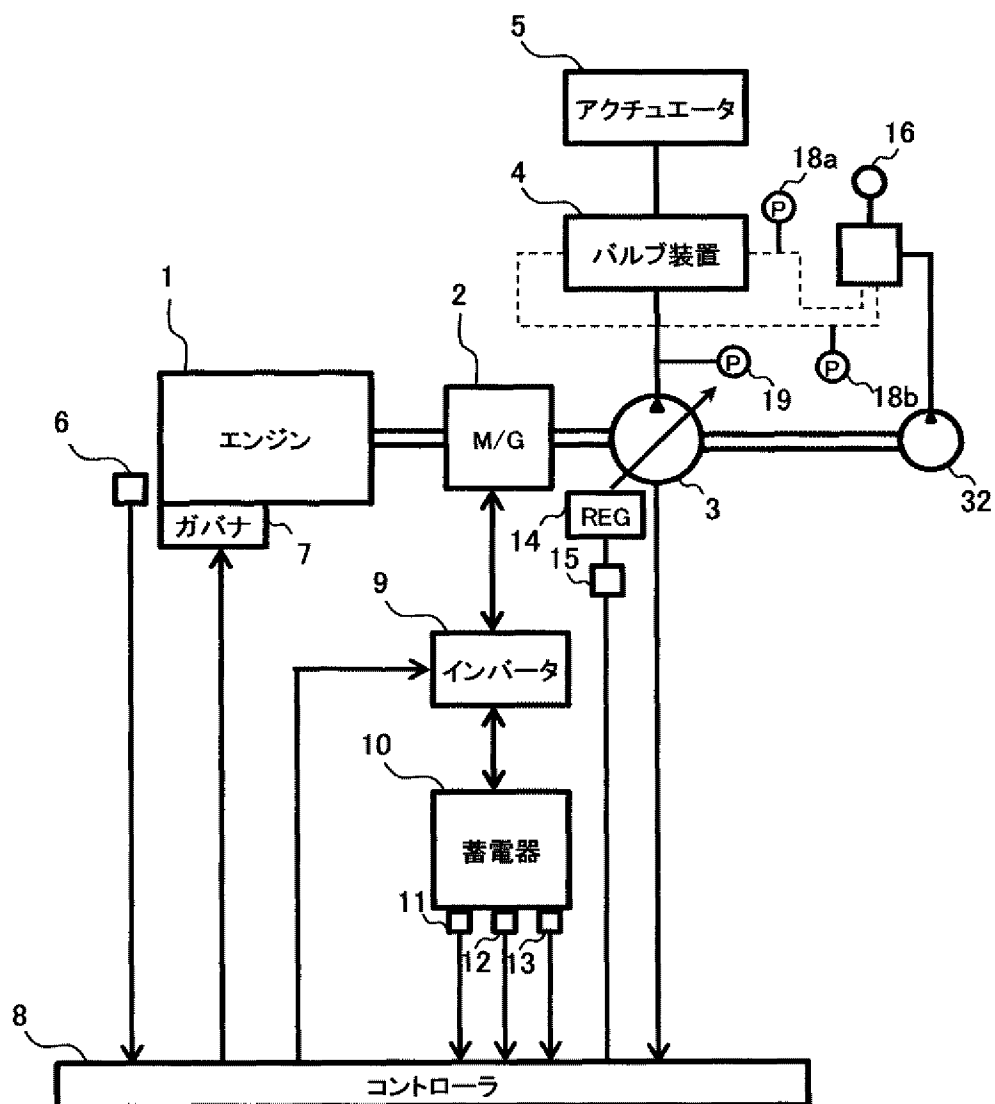
(補正後) 請求項1に記載のハイブリッド式建設機械において、
前記制御手段は、前記エンジンの燃費及び排ガス量の少なくとも一方と当該エンジンの回転数及びトルクとの関係を示すエンジン特性データと、前記エンジンの目標動力とに基づいて、前記エンジンの目標回転数を設定することを特徴とするハイブリッド式建設機械。

条約第 19 条 (1) に基づく説明書

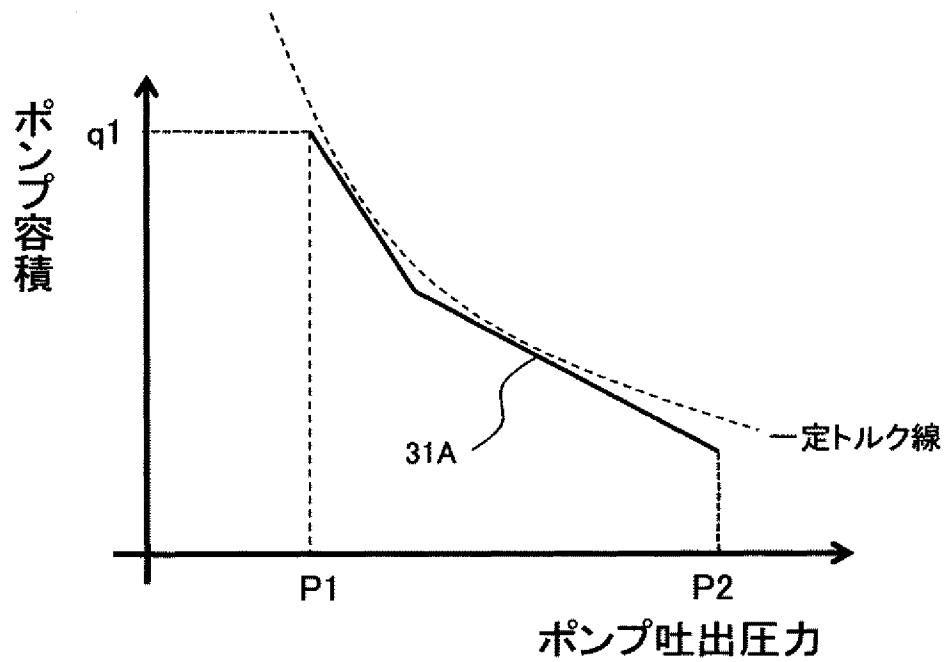
請求項 3, 4, 6 において、引用する請求項を請求項 1 のみに変更する補正をした。

請求項 5 において、引用する請求項を請求項 4 のみに変更する補正をした。

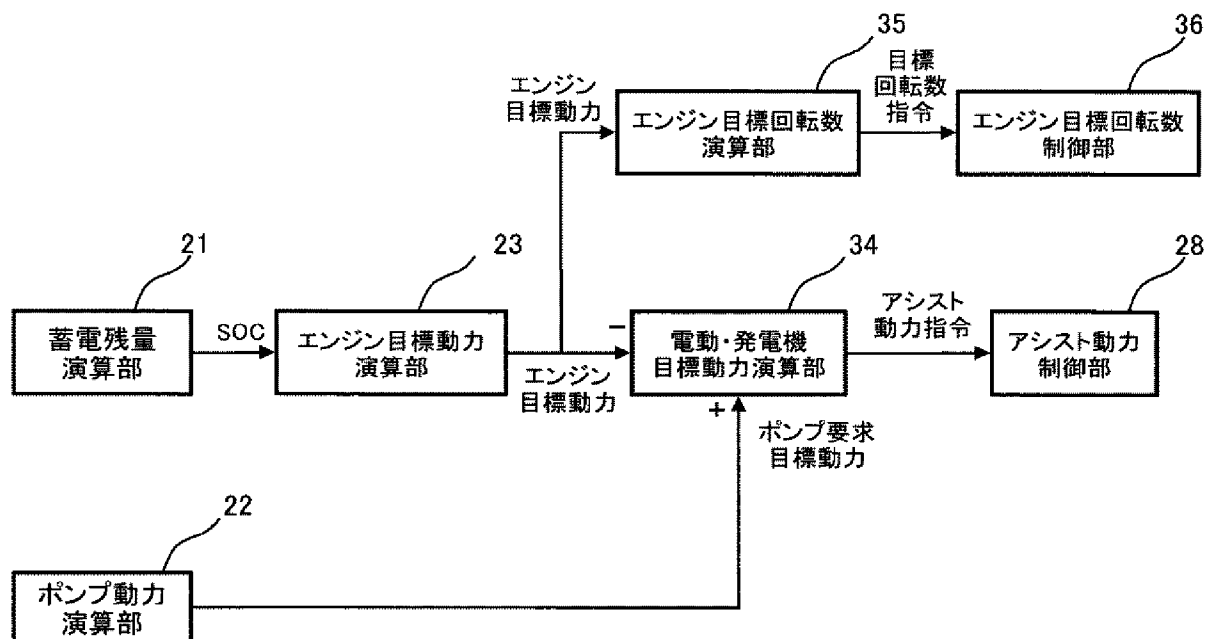
[図1]



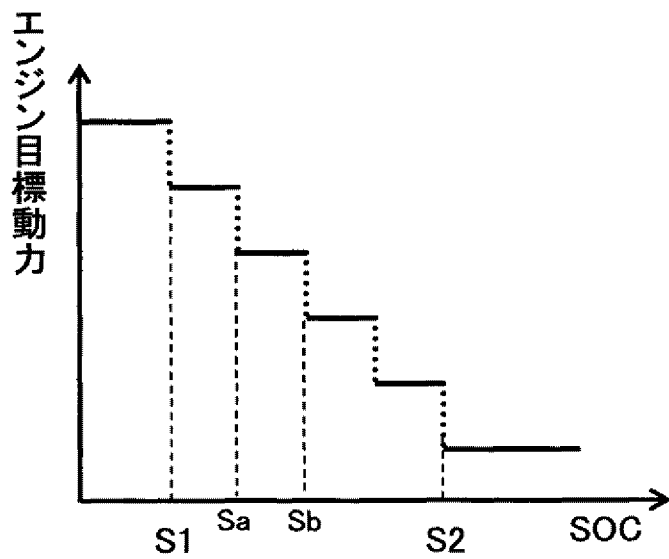
[図2]



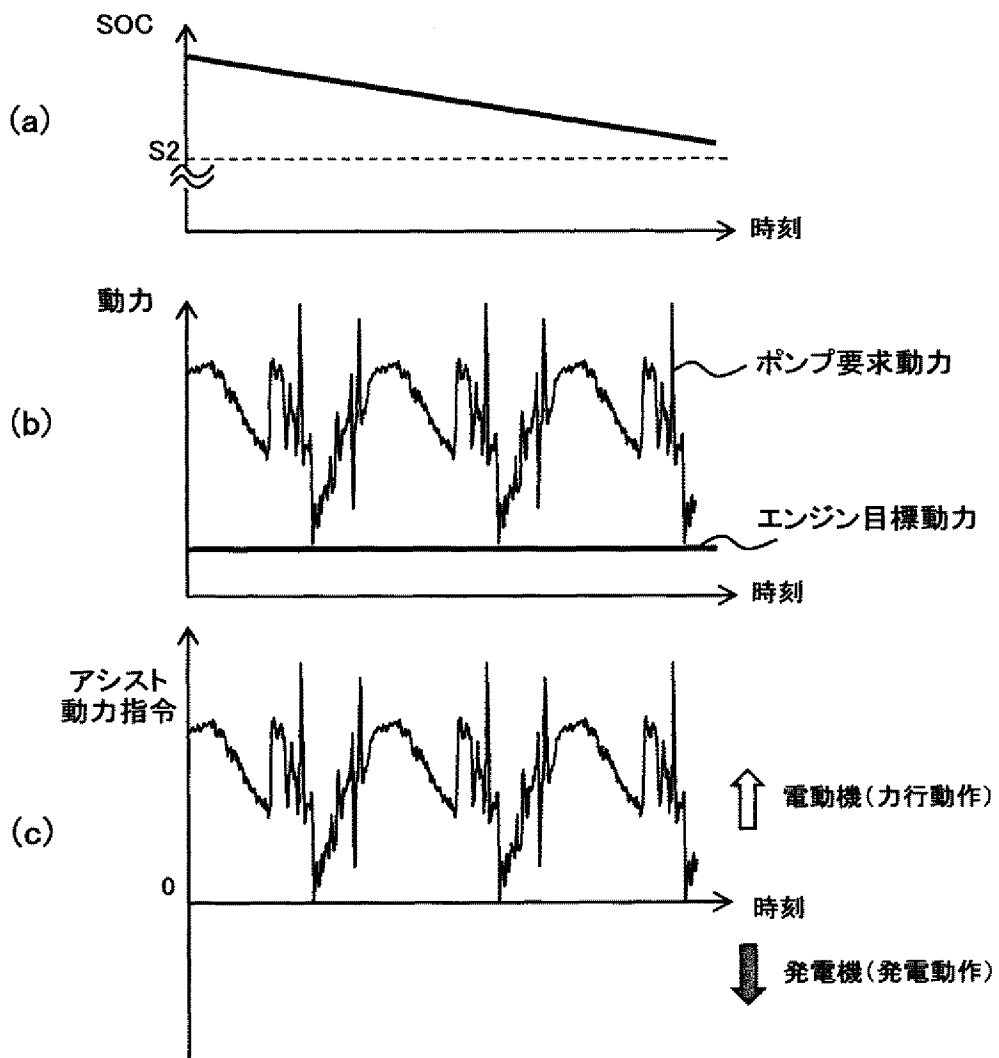
[図3]



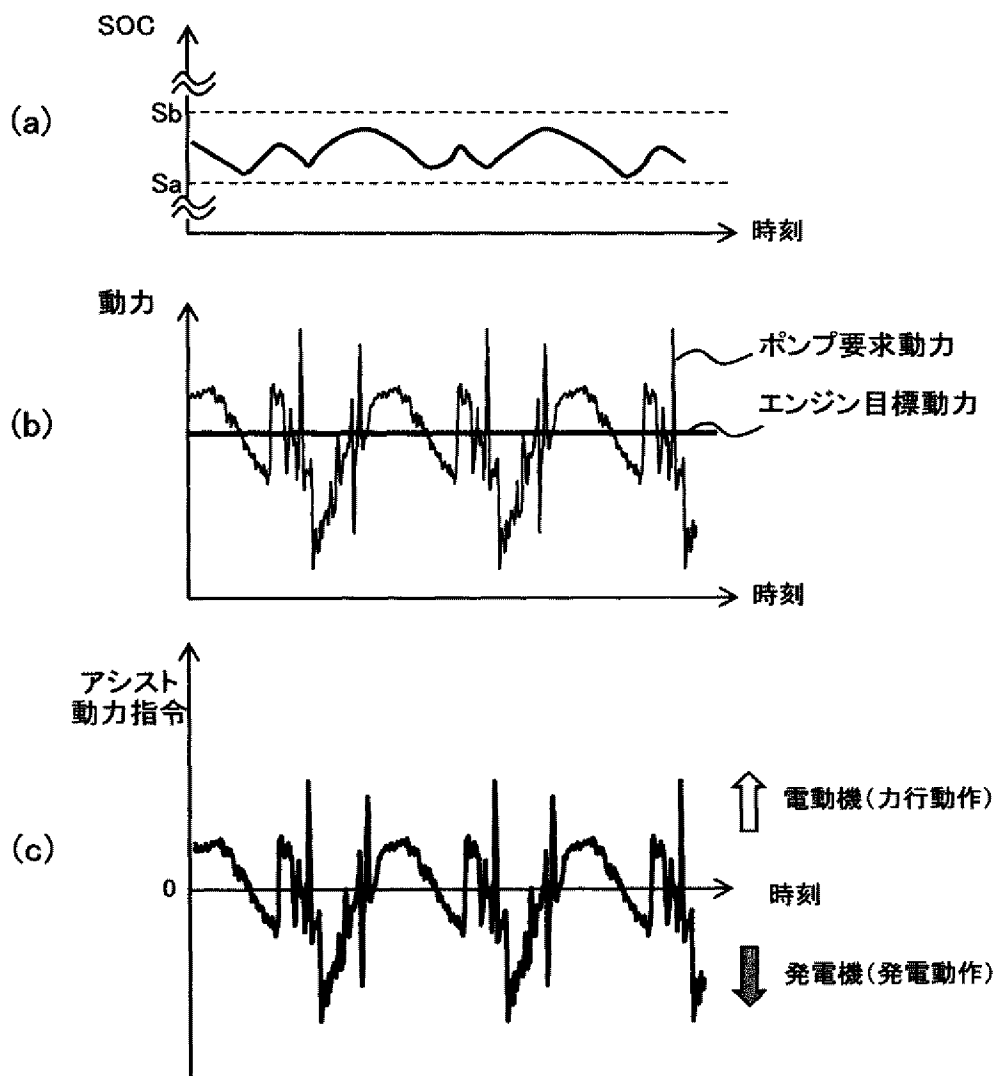
[図4]



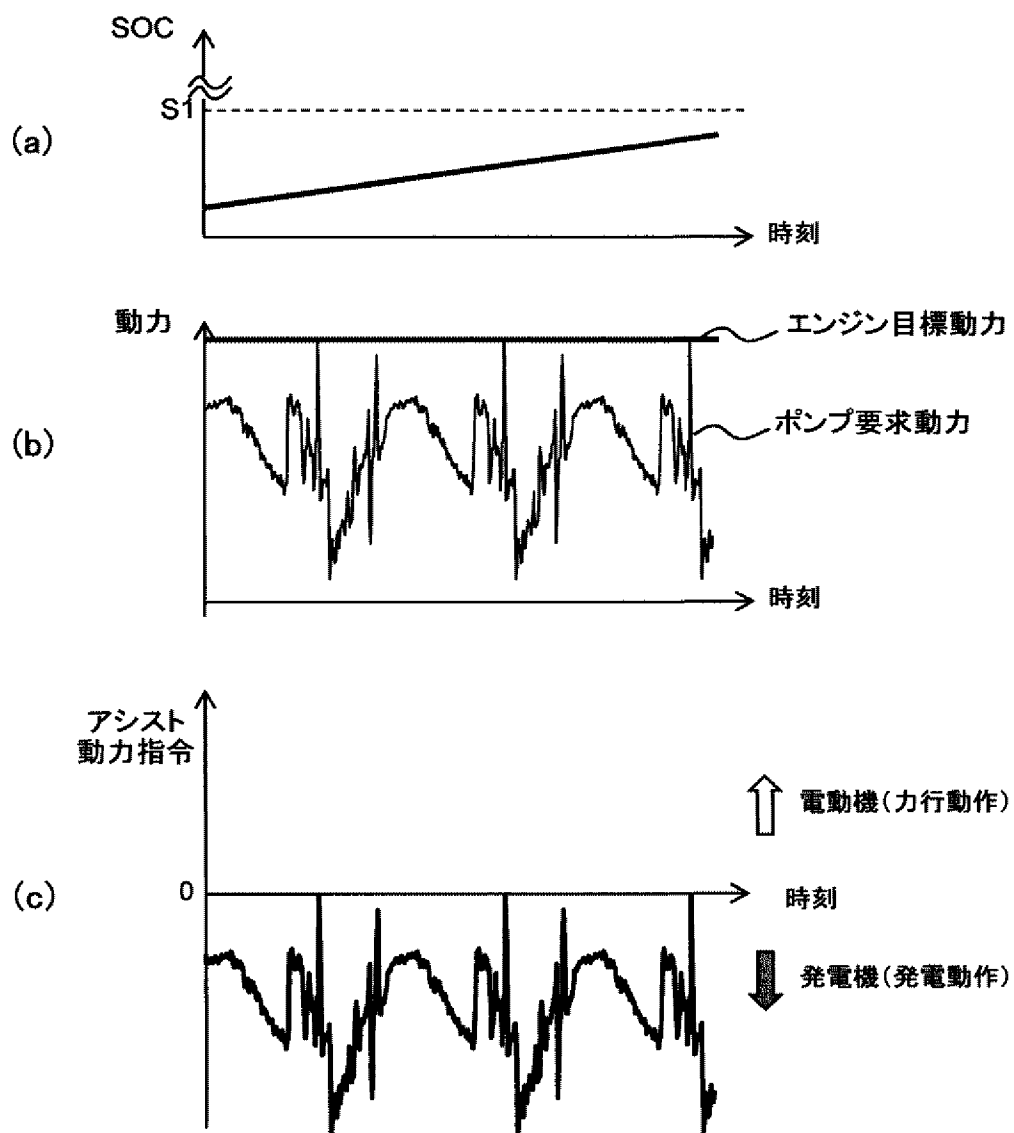
[図5]



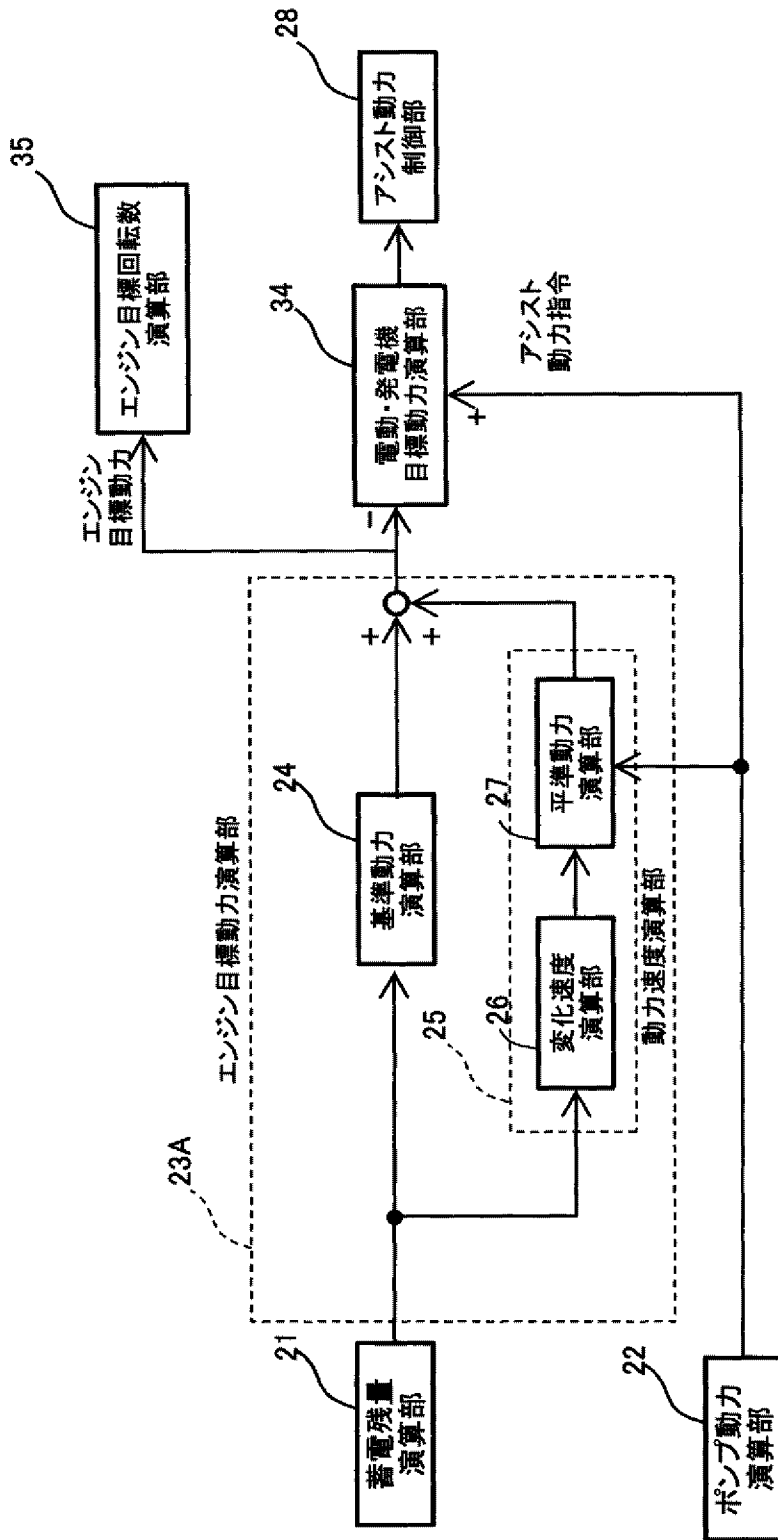
[図6]



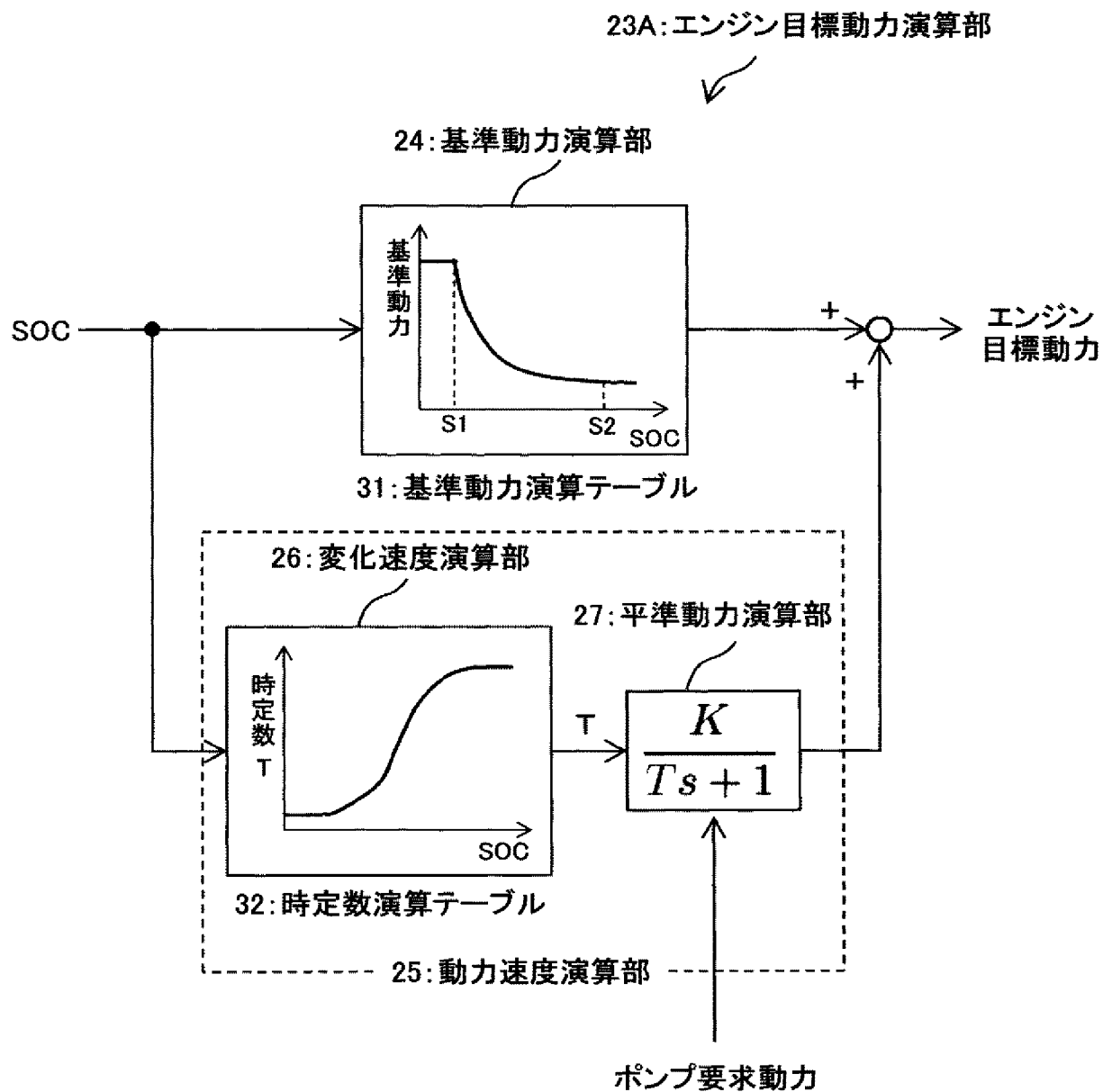
[図7]



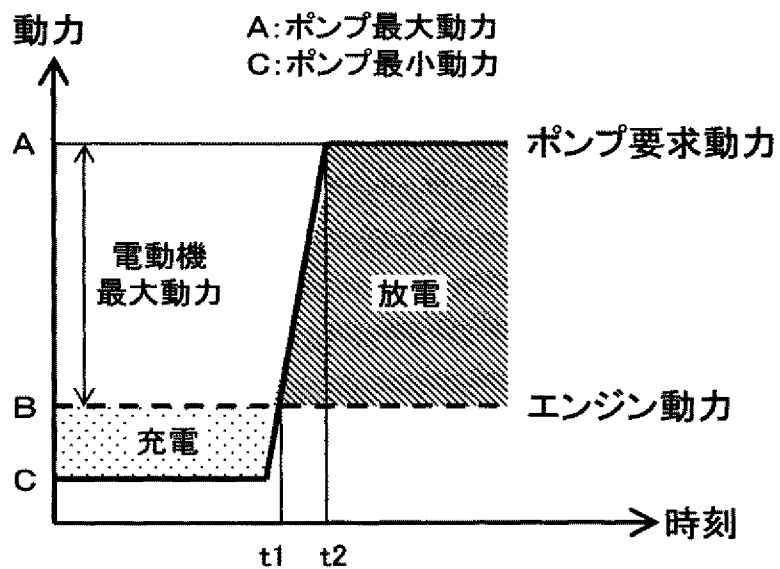
[図8]



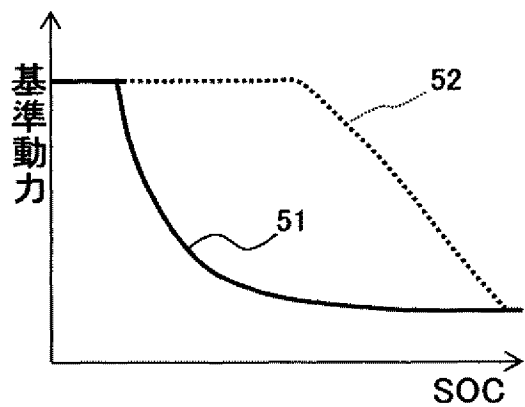
[図9]



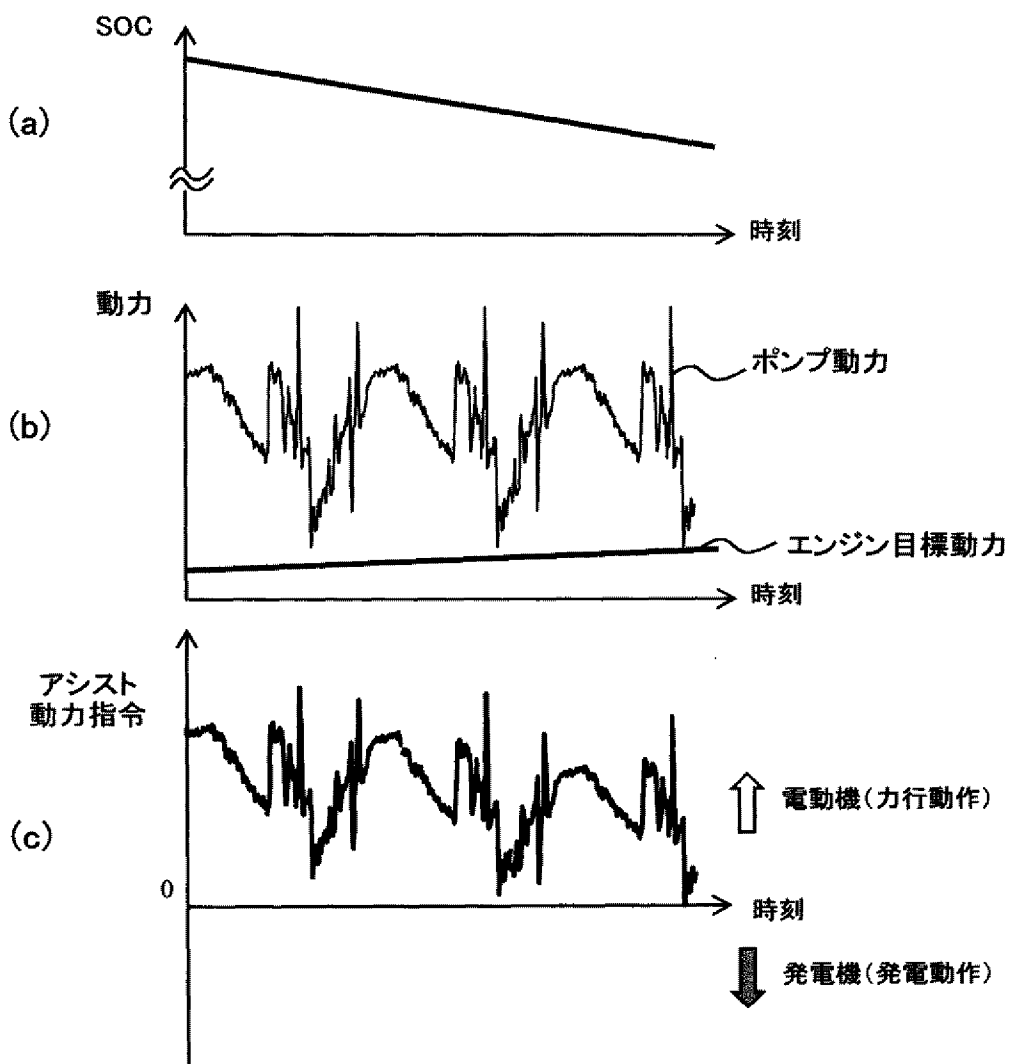
[図10]



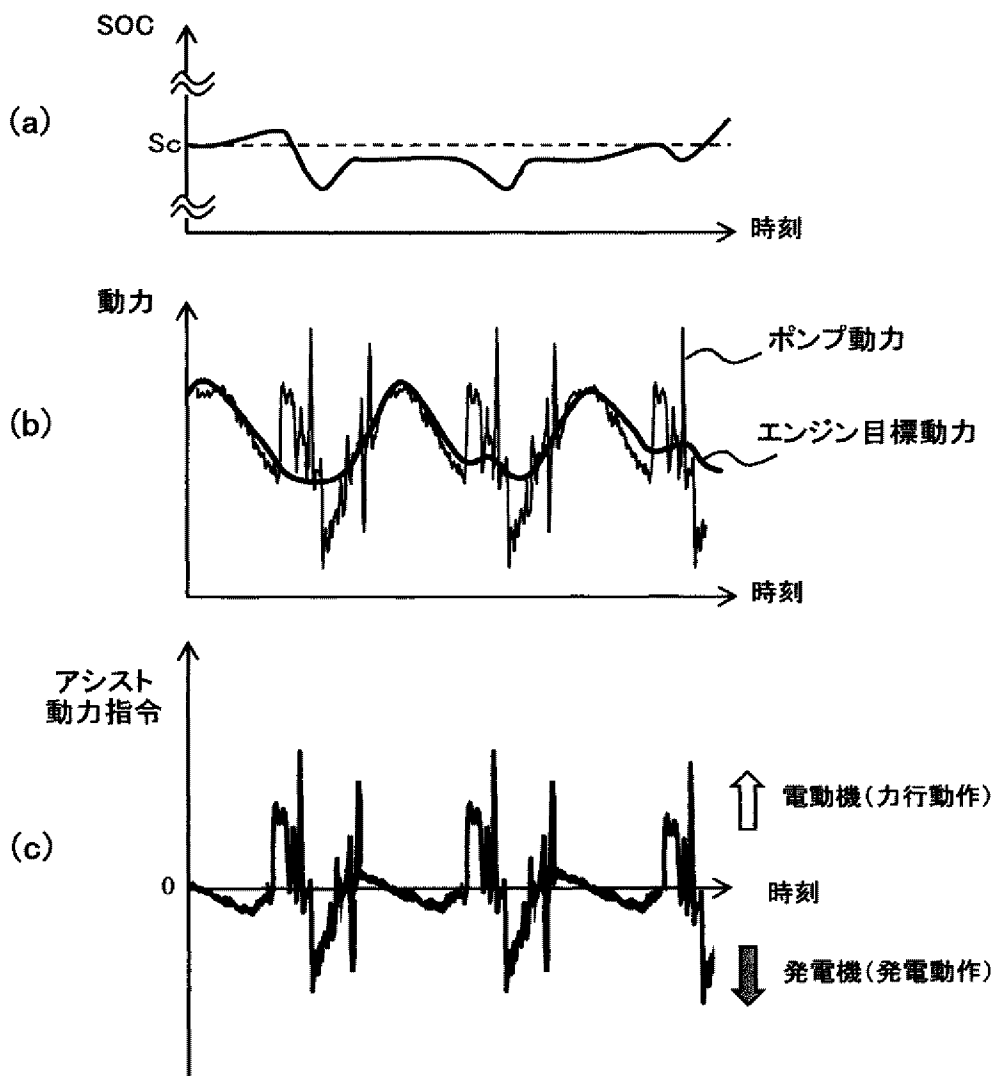
[図11]



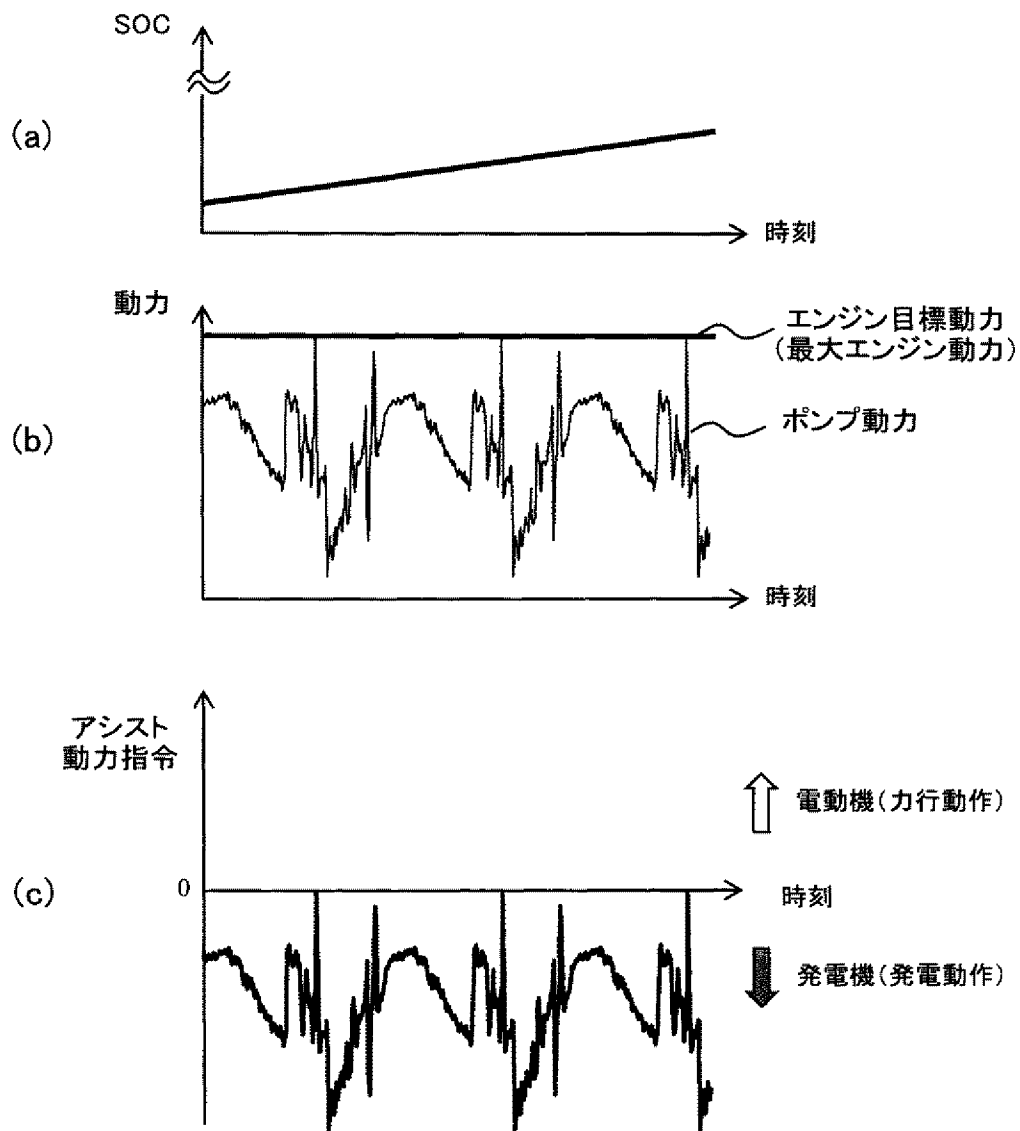
[図12]



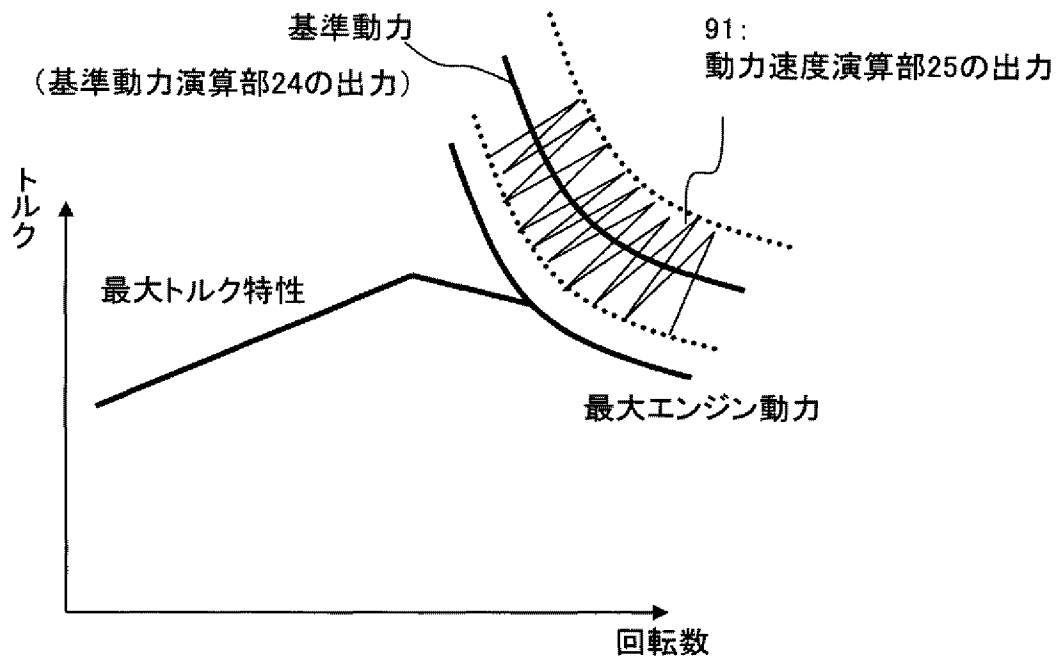
[図13]



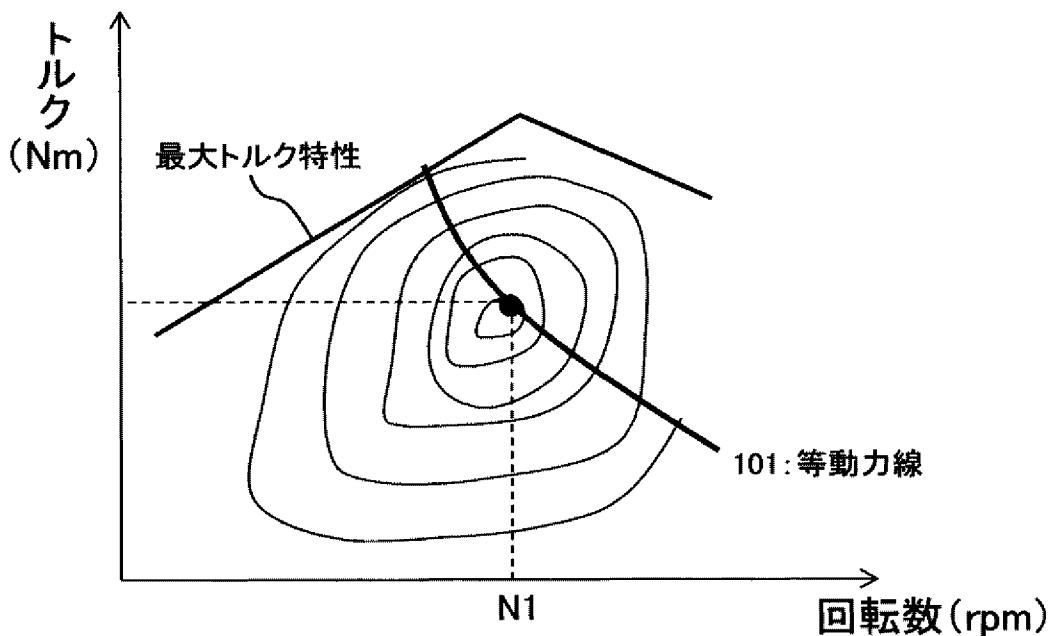
[図14]



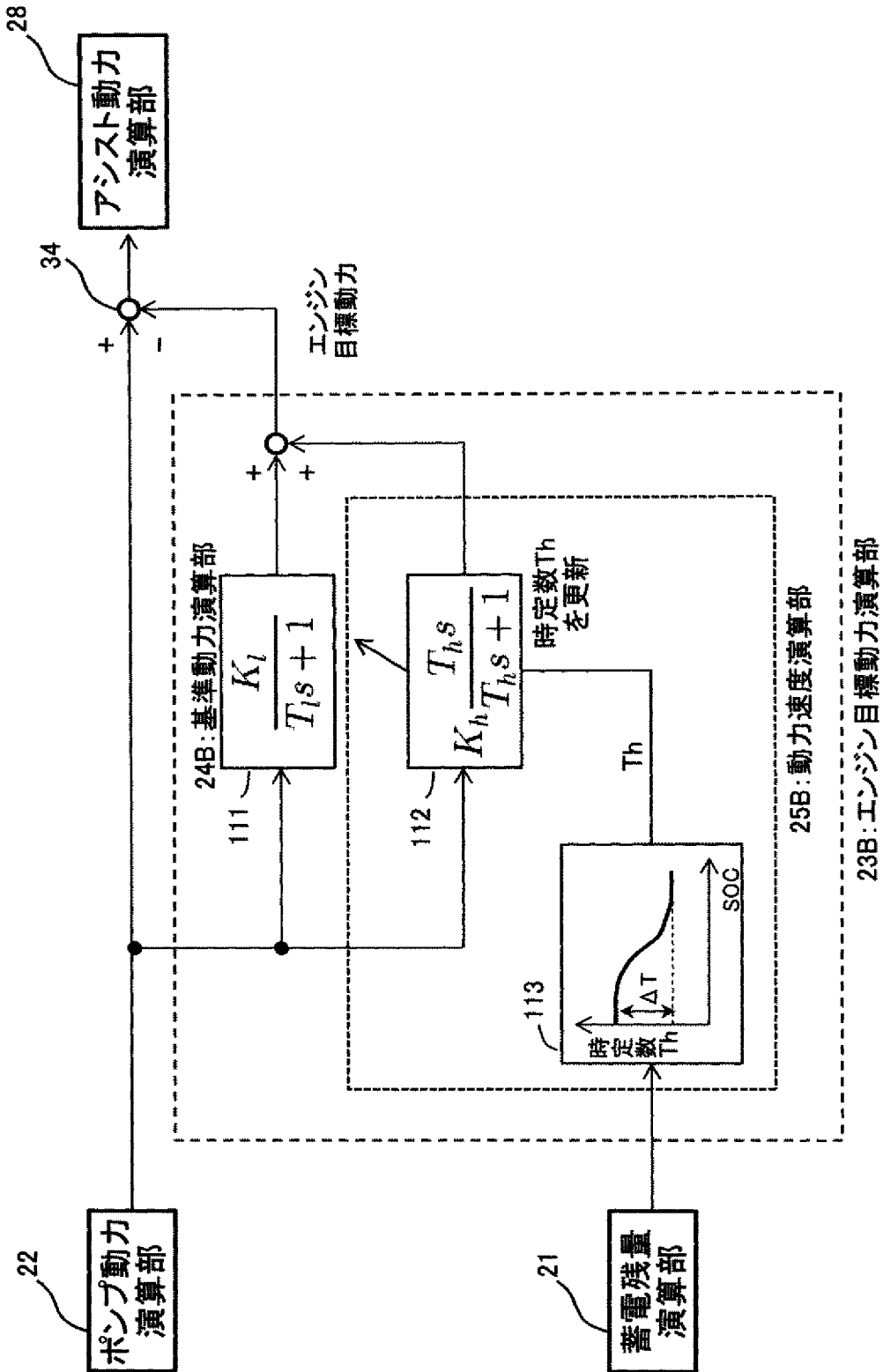
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/063199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F9/20(2006.01) i, B60L11/14(2006.01) i, F02D29/00(2006.01) i, F02D29/04(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)

E02F9/20, B60L11/14, F02D29/00, F02D29/04

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2003-009308 A (Kobelco Construction Machinery Co., Ltd.), 10 January 2003 (10.01.2003), paragraphs [0019], [0039] to [0052]; fig. 4 (Family: none)	1-6
A	JP 2011-190072 A (Kobe Steel, Ltd.), 29 September 2011 (29.09.2011), paragraphs [0119] to [0121]; fig. 6, 7 (Family: none)	1-6
A	WO 2012/050135 A1 (Hitachi, Ltd.), 19 April 2012 (19.04.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

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
28 May, 2013 (28.05.13)

Date of mailing of the international search report
11 June, 2013 (11.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. E02F9/20(2006.01)i, B60L11/14(2006.01)i, F02D29/00(2006.01)i, F02D29/04(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 (IPC))
 Int.Cl. E02F9/20, B60L11/14, F02D29/00, F02D29/04

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
A	JP 2003-009308 A (コベルコ建機株式会社) 2003.01.10, 【0019】、【0039】-【0052】、図4 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2011-190072 A (株式会社神戸製鋼所) 2011.09.29, 【0119】-【0121】、図6、図7 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2012/050135 A1 (株式会社日立製作所) 2012.04.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
---	---

国際調査を完了した日 28.05.2013	国際調査報告の発送日 11.06.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 桐山 愛世	2D	3815
	電話番号 03-3581-1101 内線 3241		