(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
2017年12月7日(07.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/208405 A1

(51) 国際特許分類:
*H02J 7/00* (2006.01)　*H01M 10/44* (2006.01)
*B60L 11/18* (2006.01)　*H01M 10/48* (2006.01)
*B60W 10/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2016/066279

(22) 国際出願日：　2016年6月1日(01.06.2016)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人：　日　立　建　機　株　式　会　社 **(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.)** [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目１６番１号 Tokyo (JP).

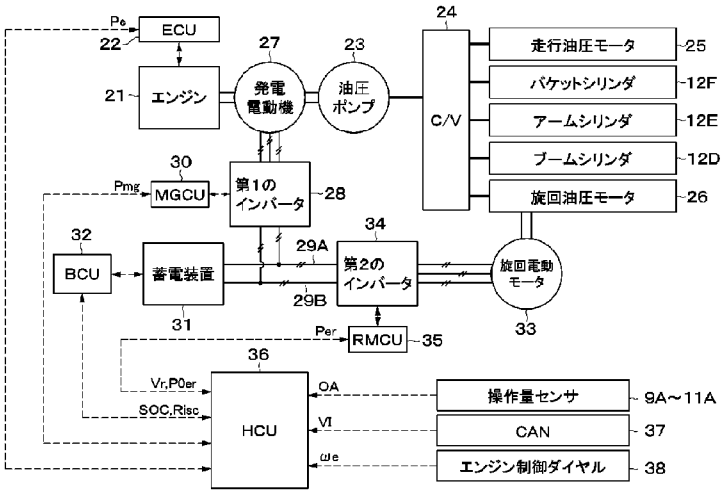
(72) 発明者：日田 真史**(HITA Masafumi)**; 〒3000013 茨城県土浦市神立町６５０番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 井村 進也**(IMURA Shinya)**; 〒3000013 茨城県土浦市神立町６５０番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人：広　瀬　和　彦 **(HIROSE Kazuhiko)**; 〒1600023 東京都新宿区西新宿３丁目１番３号 西新宿小出ビル４階 Tokyo (JP).

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

(54) **Title:** HYBRID CONSTRUCTION MACHINE

(54) 発明の名称：　ハイブリッド建設機械




9A-11A Operation amount sensor
12D Boom cylinder
12E Arm cylinder
12F Bucket cylinder
21 Engine
23 Hydraulic pump
25 Traveling hydraulic motor
26 Slewing hydraulic motor
27 Generator-motor
28 First inverter
31 Power storage device
33 Slewing electric motor
34 Second inverter
38 Engine control dial

(57) **Abstract:** When state of charge SOC and current square integration ratio Risc are within an allowable range, a generator-motor required output calculation part (40) of a hybrid control unit (HCU) (36) requests a power storage device (31) to generate an output in such a manner that the state of charge SOC and the current square integration ratio Risc do not deviate from the allowable range. When the state of charge SOC has exceeded the allowable range and deviated from a target value SOC0, the generator-motor required output calculation part (40) allows the current square integration

WO 2017/208405 A1

［続葉有］

KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

— 補正された請求の範囲及び説明書(条約第19条(1))

ratio Risc to deviate from an intermediate value Risc0, and requests the power storage device (31) to generate the output in such a manner that the state of charge SOC approaches the target value SOC0. When the current square integration ratio Risc has exceeded the allowable range and deviated from the intermediate value Risc0, the generator-motor required output calculation part (40) allows the state of charge SOC to deviate from the target value SOC0, and requests the power storage device (31) to generate the output in such a manner that the current square integration ratio Risc approaches the intermediate value Risc0.

(57) 要約:ＨＣＵ(３６)の発電電動機要求出力演算部(４０)は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあるときに、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲から逸脱しないように蓄電装置(３１)の出力を要求する。発電電動機要求出力演算部(４０)は、蓄電率ＳＯＣが許容範囲を超えて目標値ＳＯＣ0から逸脱したときに、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0から逸脱するのを許容して、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に近付くように蓄電装置(３１)の出力を要求する。発電電動機要求出力演算部(４０)は、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲を超えて中間値Ｒisc0から逸脱したときに、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0から逸脱するのを許容して、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0に近付くように蓄電装置(３１)の出力を要求する。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： ハイブリッド建設機械

## 技術分野

[0001] 本発明は、エンジンと発電電動機が搭載されたハイブリッド建設機械に関する。

## 背景技術

[0002] 一般に、エンジンと油圧ポンプに機械的に結合された発電電動機と、リチウムイオンバッテリやキャパシタ等の蓄電装置を備えたハイブリッド建設機械が知られている（例えば、特許文献１，２参照）。このようなハイブリッド建設機械では、発電電動機は、エンジンの駆動力によって発電した電力を蓄電装置に充電する、または蓄電装置の電力を用いて力行することによってエンジンをアシストする、という役割を担う。また、多くのハイブリッド建設機械では、発電電動機とは別個に電動モータを備え、この電動モータによって油圧アクチュエータの動作を代行またはアシストさせている。例えば電動モータによって旋回動作を行うときには、電動モータへの電力供給によって上部旋回体の旋回動作やアシストを行うと共に、旋回停止時の制動エネルギを回生して蓄電装置の充電を行っている。

[0003] このようなハイブリッド建設機械では、発電電動機や旋回電動モータの出力を大きくすることで、燃費低減効果を高めることができる。しかしながら、発電電動機等の出力を大きくすると、蓄電装置の放電能力、容量、温度等の制約により、十分な電力を供給できない場合がある。この場合、蓄電装置からの電力供給を継続すると、蓄電装置の酷使に繋がり、蓄電装置の劣化を早めることになる。

[0004] このような問題点を考慮した構成が知られている。例えば特許文献１には、蓄電装置の劣化促進を予防するために、蓄電率（ＳＯＣ：State of Charge）の低下に応じて、車両の動作速度を低下させて、蓄電装置の過度な使用を防止する構成が開示されている。

[0005] また、特許文献２には、蓄電装置の劣化を抑制するために、電流二乗積算値が所定の値を超えると、その増加量に応じて放電量を制限する構成が開示されている。このとき、電流二乗積算値は、現在から過去一定時間までの蓄電装置の使用量を示すものである。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：特許第３９４１９５１号公報

特許文献2：特開２００６－１４９１８１号公報

## 発明の概要

[0007] 特許文献１，２に記載されたハイブリッド建設機械では、蓄電率の低下や電流二乗積算値の増加に応じて、車体速度を低下させて、蓄電装置の酷使による劣化を抑制している。このため、仮に両者を組み合わせた構成では、蓄電率と電流二乗積算値との２つの条件に基づいて、それぞれ個別に車体速度を低下させることになる。

[0008] このため、例えば電流二乗積算値が小さい場合でも、蓄電率が減少すると、車体速度が低下することになる。また、蓄電率が減少していない場合でも、電流二乗積算値が増大すると、車体速度が低下することになる。前者は、例えば小電流による充電および放電を行い、放電過多となった場合が該当する。後者は、例えば放電過多ではないが、大電流による充電および放電を繰り返し行った場合が該当する。これらの場合には、蓄電装置が余力を残した状態で、車体速度を低下させることになる。この結果、車体速度の低下頻度が必要以上に高くなるから、車体速度を低下させずに動作可能な時間が短くなって、オペレータに操作ストレスや違和感を与える機会が増加するという問題がある。

[0009] 本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、２つの指標に基づく劣化抑制を行うと共に、蓄電装置の適切な利用が可能なハイブリッド建設機械を提供することにある。

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は、エンジンと、前記エンジンに機械

的に接続された発電電動機と、前記発電電動機を発電作用させたときに充電し、前記発電電動機を力行作用させたときに放電する蓄電装置と、前記エンジンおよび前記発電電動機のトルクで駆動する油圧ポンプと、前記油圧ポンプからの圧油によって駆動する複数の油圧アクチュエータと、前記エンジンおよび前記蓄電装置の出力を制御するコントローラとを備えるハイブリッド建設機械において、前記蓄電装置の状態を表し、基準値および限界値が個別に定められた第１の指標および第２の指標を検出する蓄電装置状態検出部をさらに備え、前記コントローラは、前記第１の指標と前記第２の指標が前記基準値を含む予め決められた許容範囲内にあるときに、前記第１の指標と前記第２の指標が前記許容範囲から逸脱しないように前記蓄電装置の出力を要求し、前記第１の指標と前記第２の指標のいずれか一方が前記許容範囲を超えて前記基準値から逸脱したときに、他方の指標が前記基準値から逸脱するのを許容して、一方の指標が前記基準値に近付くように前記蓄電装置の出力を要求する出力要求部と、前記出力要求部からの出力の要求に基づいて、前記第１の指標と前記第２の指標のいずれも前記限界値を超えないように前記蓄電装置の出力を制御する出力制御部とを有することを特徴としている。

[0011] 本発明によれば、２つの指標に基づく劣化抑制を行うと共に、蓄電装置の適切な利用が可能となる。

## 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態によるハイブリッド油圧ショベルを示す正面図である。

[図2]図１中のキャブ内を示す要部斜視図である。

[図3]図１中のハイブリッド油圧ショベルに適用する油圧システムと電動システムを示すブロック図である。

[図4]図２中のハイブリッドコントロールユニットを示すブロック図である。

[図5]図４中の発電電動機要求出力演算部を示すブロック図である。

[図6]図５中の蓄電率要求出力演算部が有するテーブルを示す説明図である。

[図7]図５中の電流二乗積算比率要求出力演算部が有するテーブルを示す説明

図である。

[図8]蓄電率および電流二乗積算比率に基づく出力要求の一覧を示す説明図である。

[図9]図４中の最大出力演算部を示すブロック図である。

[図10]図９中の発電電動機出力制限ゲイン演算部を示すブロック図である。

[図11]図４中の出力指令演算部を示すブロック図である。

[図12]図１１中のポンプ推定入力演算部を示すブロック図である。

[図13]図１１中の発電電動機力行出力演算部を示すブロック図である。

[図14]図１１中の発電電動機発電出力演算部を示すブロック図である。

[図15]図１２中の旋回基本出力演算部を示すブロック図である。

[図16]図１２中のブーム基本出力演算部を示すブロック図である。

[図17]図１２中の旋回ブーム出力配分演算部を示すブロック図である。

[図18]図１２中のアームバケット出力配分演算部を示すブロック図である。

[図19]図１２中の旋回油圧電動出力配分演算部を示すブロック図である。

[図20]フルパワーの力行が要求されたときのエンジンと発電電動機の出力の一例を示す説明図である。

[図21]ハーフパワーの力行が要求されたときのエンジンと発電電動機の出力の一例を示す説明図である。

[図22]フルパワーの発電が要求されたときのエンジンと発電電動機の出力の一例を示す説明図である。

[図23]ハーフパワーの発電が要求されたときのエンジンと発電電動機の出力の一例を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態によるハイブリッド建設機械としてハイブリッド油圧ショベルを例に挙げて、添付図面に従って説明する。

[0014] 図１ないし図２３は本発明の実施の形態を示している。ハイブリッド油圧ショベル１（以下、油圧ショベル１という）は、後述のエンジン２１と発電電動機２７とを備えている。この油圧ショベル１は、自走可能なクローラ式

の下部走行体２と、下部走行体２上に設けられた旋回装置３と、下部走行体２上に旋回装置３を介して旋回可能に搭載された上部旋回体４と、上部旋回体４の前側に設けられ掘削作業等を行う多関節構造の作業装置１２とにより構成されている。このとき、下部走行体２と上部旋回体４とは、油圧ショベル１の車体を構成している。

[0015] 上部旋回体４は、旋回フレーム５上に設けられエンジン２１等が収容された建屋カバー６と、オペレータが搭乗するキャブ７とを備えている。図２に示すように、キャブ７内には、オペレータが着座する運転席８が設けられると共に、運転席８の周囲には、操作レバー、操作ペダル等からなる走行操作装置９と、操作レバー等からなる旋回操作装置１０と、操作レバー等からなる作業操作装置１１とが設けられている。また、キャブ７内には、エンジン制御ダイヤル３８が設けられている。

[0016] 走行操作装置９は、例えば運転席８の前側に配置されている。また、旋回操作装置１０は、例えば運転席８の左側に配置された操作レバーのうち前後方向の操作部分が該当する。さらに、作業操作装置１１は、運転席８の左側に配置された操作レバーのうち左右方向の操作部分（アーム操作）と、運転席８の右側に配置された操作レバーのうち前後方向の操作部分（ブーム操作）と左右方向の操作部分（バケット操作）とが該当する。なお、操作レバーの操作方向と旋回動作や作業動作との関係は、前述したものに限らず、油圧ショベル１の仕様等に応じて適宜設定される。

[0017] ここで、操作装置９～１１には、これらの操作量（レバー操作量ＯＡ）を検出する操作量センサ９Ａ～１１Ａがそれぞれ設けられている。これらの操作量センサ９Ａ～１１Ａは、複数の油圧アクチュエータ（油圧モータ２５，２６、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆ）を駆動させる操作量を検出する操作量検出部を構成している。操作量センサ９Ａ～１１Ａは、例えば下部走行体２の走行操作、上部旋回体４の旋回操作、作業装置１２の俯仰動操作（掘削操作）等のような車体の操作状態を検出する。

[0018] このとき、操作量センサ１０Ａは、左旋回操作量ＯＡr1と右旋回操作量Ｏ

Ａr2とを含む旋回レバー操作量ＯＡｒを検出している。操作量センサ１１Ａは、ブーム上げ操作量ＯＡbm1およびブーム下げ操作量ＯＡbm2を含むブームレバー操作量ＯＡbmと、アーム上げ操作量ＯＡam1およびアーム下げ操作量ＯＡam2を含むアームレバー操作量ＯＡamと、バケットクラウド操作量ＯＡbk1およびバケットダンプ操作量ＯＡbk2を含むバケットレバー操作量ＯＡbkと、を検出している。レバー操作量ＯＡは、これらの操作量ＯＡｒ，ＯＡbm，ＯＡam，ＯＡbkを含んでいる。

[0019] 図１に示すように、作業装置１２は、例えばブーム１２Ａ、アーム１２Ｂ、バケット１２Ｃと、これらを駆動するブームシリンダ１２Ｄ、アームシリンダ１２Ｅ、バケットシリンダ１２Ｆとによって構成されている。ブーム１２Ａ、アーム１２Ｂ、バケット１２Ｃは、互いにピン結合されている。作業装置１２は、旋回フレーム５に取付けられ、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆを伸長または縮小することによって、俯仰動する。

[0020] ここで、油圧ショベル１は、発電電動機２７等を制御する電動システムと、作業装置１２等の動作を制御する油圧システムとを搭載している。以下、油圧ショベル１のシステム構成について図３を参照して説明する。

[0021] エンジン２１は、旋回フレーム５に搭載されている。このエンジン２１は、例えばディーゼルエンジン等の内燃機関によって構成されている。エンジン２１の出力側には、後述の油圧ポンプ２３と発電電動機２７とが機械的に直列接続して取付けられ、これら油圧ポンプ２３と発電電動機２７とは、エンジン２１によって駆動される。ここで、エンジン２１の作動はエンジンコントロールユニット２２（以下、ＥＣＵ２２という）によって制御されている。ＥＣＵ２２は、ハイブリッドコントロールユニット３６（以下、ＨＣＵ３６という）からのエンジン出力指令Ｐeに基づいて、エンジン２１の出力トルク、回転速度（エンジン回転数）等を制御する。なお、エンジン２１の最大出力は、例えば油圧ポンプ２３の最大動力よりも小さくなっている。

[0022] 油圧ポンプ２３は、エンジン２１に機械的に接続されている。この油圧ポンプ２３は、エンジン２１単独のトルクによって駆動可能である。また、油

圧ポンプ２３は、エンジン２１のトルクに発電電動機２７のアシストトルクを加えた複合トルク（合計トルク）によっても駆動可能である。この油圧ポンプ２３は、タンク（図示せず）内に貯溜された作動油を加圧し、走行油圧モータ２５、旋回油圧モータ２６、作業装置１２のシリンダ１２Ｄ～１２Ｆ等に圧油として吐出する。

[0023] 油圧ポンプ２３は、コントロールバルブ２４を介して油圧アクチュエータとしての走行油圧モータ２５、旋回油圧モータ２６、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆに接続されている。これらの油圧モータ２５，２６、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆは、油圧ポンプ２３からの圧油によって駆動する。コントロールバルブ２４は、走行操作装置９、旋回操作装置１０、作業操作装置１１に対する操作に応じて、油圧ポンプ２３から吐出された圧油を走行油圧モータ２５、旋回油圧モータ２６、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆに供給または排出する。

[0024] 具体的には、走行油圧モータ２５には、走行操作装置９の操作に応じて油圧ポンプ２３から圧油が供給される。これにより、走行油圧モータ２５は、下部走行体２を走行駆動させる。旋回油圧モータ２６には、旋回操作装置１０の操作に応じて油圧ポンプ２３から圧油が供給される。これにより、旋回油圧モータ２６は、上部旋回体４を旋回動作させる。シリンダ１２Ｄ～１２Ｆには、作業操作装置１１の操作に応じて油圧ポンプ２３から圧油が供給される。これにより、シリンダ１２Ｄ～１２Ｆは、作業装置１２を俯仰動させる。

[0025] 発電電動機２７（モータジェネレータ）は、エンジン２１に機械的に接続されている。この発電電動機２７は、例えば同期電動機等によって構成される。発電電動機２７は、エンジン２１を動力源に発電機として働き蓄電装置３１や旋回電動モータ３３への電力供給を行う発電と、蓄電装置３１や旋回電動モータ３３からの電力を動力源にモータとして働きエンジン２１および油圧ポンプ２３の駆動をアシストする力行との２通りの役割を果たす。従って、エンジン２１のトルクには、状況に応じて発電電動機２７のアシストトルクが追加され、これらのトルクによって油圧ポンプ２３は駆動する。この

油圧ポンプ２３から吐出される圧油によって、作業装置１２の動作や車両の走行等が行われる。

[0026] 発電電動機２７は、第１のインバータ２８を介して一対の直流母線２９Ａ，２９Ｂに接続されている。第１のインバータ２８は、例えばトランジスタ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）等からなる複数のスイッチング素子を用いて構成されている。第１のインバータ２８は、モータジェネレータコントロールユニット３０（以下、ＭＧＣＵ３０という）によって、各スイッチング素子のオン／オフが制御される。直流母線２９Ａ，２９Ｂは、正極側と負極側とで対をなし、例えば数百Ｖ程度の直流電圧が印加されている。

[0027] 発電電動機２７の発電時には、第１のインバータ２８は、発電電動機２７からの交流電力を直流電力に変換して蓄電装置３１や旋回電動モータ３３に供給する。発電電動機２７の力行時には、第１のインバータ２８は、直流母線２９Ａ，２９Ｂの直流電力を交流電力に変換して発電電動機２７に供給する。そして、ＭＧＣＵ３０は、ＨＣＵ３６からの発電電動機出力指令Ｐmg等に基づいて、第１のインバータ２８の各スイッチング素子のオン／オフを制御する。これにより、ＭＧＣＵ３０は、発電電動機２７の発電時の発電電力や力行時の駆動電力を制御する。

[0028] 蓄電装置３１は、発電電動機２７に電気的に接続されている。この蓄電装置３１は、例えばリチウムイオンバッテリからなる複数個のセル（図示せず）によって構成され、直流母線２９Ａ，２９Ｂに接続されている。

[0029] 蓄電装置３１は、発電電動機２７の発電時には発電電動機２７から供給される電力を充電し、発電電動機２７の力行時（アシスト駆動時）には発電電動機２７に向けて駆動電力を供給する。また、蓄電装置３１は、旋回電動モータ３３の回生時には旋回電動モータ３３から供給される回生電力を充電し、旋回電動モータ３３の力行時には旋回電動モータ３３に向けて駆動電力を供給する。このように、蓄電装置３１は、発電電動機２７によって発電された電力を蓄電することに加え、油圧ショベル１の旋回制動時に旋回電動モー

タ３３が発生した回生電力を吸収し、直流母線２９Ａ，２９Ｂの電圧を一定に保つ。

[0030] 蓄電装置３１は、バッテリコントロールユニット３２（以下、ＢＣＵ３２という）によって制御される。ＢＣＵ３２は、蓄電装置状態検出部を構成している。このＢＣＵ３２は、蓄電装置３１の状態を表す第１の指標として蓄電率ＳＯＣを検出すると共に、蓄電装置３１の状態を表す第２の指標として電流二乗積算比率Ｒiscを検出する。このとき、蓄電率ＳＯＣは、蓄電装置３１の蓄電量に対応した値になる。電流二乗積算比率Ｒiscは、蓄電装置３１の電流二乗積算値に対応した値になる。ＢＣＵ３２は、蓄電率ＳＯＣ、電流二乗積算比率Ｒisc等をＨＣＵ３６に向けて出力する。

[0031] なお、本実施の形態では、蓄電装置３１には、例えば電圧が３５０Ｖ、放電容量が５Ａｈ、蓄電率ＳＯＣの適正使用範囲が例えば３０％以上７０％以下、適正使用セル温度が－２０℃以上６０℃以下に設定されたリチウムイオンバッテリを用いるものとする。蓄電率ＳＯＣの適正使用範囲等は、上述した値に限らず、蓄電装置３１の仕様等に応じて適宜設定される。

[0032] ここで、エンジン２１の最大出力は、最大ポンプ吸収動力よりも小さい。この場合、エンジン２１が最大ポンプ吸収動力に対して充分に大きな出力をもつときに比べて、車体動作時の発電電動機２７の力行によるエンジンアシストの寄与する割合は大きい。このため、蓄電装置３１は、激しく充電と放電を繰り返す。

[0033] 蓄電装置３１は、一般的に過度な充電や放電を行うと、劣化が促進し、出力が低下する。蓄電装置３１の劣化速度は、充電や放電を行うときの蓄電率ＳＯＣや、充電や放電そのものの強度によって異なる。例えば、リチウムイオンバッテリ等の蓄電装置３１には、メーカによって蓄電率やセル温度に適正な使用範囲が定められている（例えば、蓄電率で３０％以上７０％以下、セル温度で－２０℃以上６０℃以下）。この範囲を超えて蓄電装置３１を使用すると、劣化速度が大きく増加する。

[0034] 同様に、充電や放電の強度にも、蓄電装置３１の適正使用範囲が予め決め

られている。充電や放電の強度の指標には、電流二乗積算値を用いることが一般的である。これは、現在時刻から遡る過去の一定時間Ｔにどれぐらい電流の入力や出力があったかを、電流の二乗をＴ時間積算することで表す指標である。このとき、時間Ｔは、複数設定されることが多い。この指標は、蓄電装置３１の仕様等に応じて適宜設定される。従って、電流二乗積算値の上限値を超えて、蓄電装置３１を使用すれば、蓄電装置３１の劣化が促進される。このため、蓄電装置３１は、可能な限り電流二乗積算値の上限値を超えないように、使用される。

[0035] 以下では、一例として、時間Ｔが１００秒に設定された場合を例に挙げて説明する。即ち、過去１００秒の電流二乗積算値の上限値が予め決められているものとする。このため、電流二乗積算値の現在値と上限値との比率を、電流二乗積算比率Ｒiscとすることで、電流二乗積算比率Ｒiscが１００％を超えないように、蓄電装置３１の使用は制御される。従って、電流二乗積算比率Ｒiscの適正使用範囲は、０～１００％である。このとき、ＢＣＵ３２は、例えば蓄電装置３１の充電や放電の電流を検出する電流センサ（図示せず）を備え、検出した電流に基づいて電流二乗積算比率Ｒiscを算出する。電流二乗積算比率Ｒiscは、ＢＣＵ３２による算出に限らず、例えばＢＣＵ３２から充電時および放電時の蓄電装置３１の電流を検出し、この電流の検出値に基づいてＨＣＵ３６によって算出してもよい。

[0036] 旋回電動モータ３３（旋回電動機）は、発電電動機２７または蓄電装置３１からの電力によって駆動される。この旋回電動モータ３３は、例えば三相誘導電動機によって構成され、旋回油圧モータ２６と共に旋回フレーム５に設けられている。旋回電動モータ３３は、旋回油圧モータ２６と協働して旋回装置３を駆動する。このため、旋回装置３は、旋回油圧モータ２６と旋回電動モータ３３の複合トルクによって駆動し、上部旋回体４を旋回駆動する。

[0037] 旋回電動モータ３３は、第２のインバータ３４を介して直流母線２９Ａ，２９Ｂに接続されている。旋回電動モータ３３は、蓄電装置３１や発電電動

機２７からの電力を受けて回転駆動する力行と、旋回制動時の余分なトルクで発電して蓄電装置３１を蓄電する回生との２通りの役割を果たす。このため、力行時の旋回電動モータ３３には、発電電動機２７等からの電力が直流母線２９Ａ，２９Ｂを介して供給される。これにより、旋回電動モータ３３は、旋回操作装置１０の操作に応じて回転トルクを発生させて、旋回油圧モータ２６の駆動をアシストすると共に、旋回装置３を駆動して上部旋回体４を旋回動作させる。

[0038] 第２のインバータ３４は、第１のインバータ２８と同様に、複数のスイッチング素子を用いて構成されている。第２のインバータ３４は、旋回電動モータコントロールユニット３５（以下、ＲＭＣＵ３５という）によって各スイッチング素子のオン／オフが制御される。旋回電動モータ３３の力行時には、第２のインバータ３４は、直流母線２９Ａ，２９Ｂの直流電力を交流電力に変換して旋回電動モータ３３に供給する。旋回電動モータ３３の回生時には、第２のインバータ３４は、旋回電動モータ３３からの交流電力を直流電力に変換して蓄電装置３１等に供給する。

[0039] ＲＭＣＵ３５は、ＨＣＵ３６からの旋回電動モータ出力指令Ｐer等に基づいて、第２のインバータ３４の各スイッチング素子のオン／オフを制御する。これにより、ＲＭＣＵ３５は、旋回電動モータ３３の回生時の回生電力や力行時の駆動電力を制御する。また、ＲＭＣＵ３５は、旋回電動モータ３３の回生電力や駆動電力を検出し、これらを旋回電動モータ出力Ｐ0erとしてＨＣＵ３６に出力する。旋回電動モータ出力Ｐ0erは、ＲＭＣＵ３５によって検出するものに限らず、例えば現在の旋回電動モータ出力指令Ｐerに基づいて、ＨＣＵ３６が推定（算出）してもよい。さらに、ＲＭＣＵ３５は、旋回電動モータ３３の回転速度に基づいて、旋回速度Ｖrを検出し、ＨＣＵ３６に出力する。

[0040] ＨＣＵ３６は、例えばＭＧＣＵ３０、ＲＭＣＵ３５等と共にコントローラを構成し、蓄電装置３１の出力を制御する。このＨＣＵ３６は、例えばマイクロコンピュータによって構成されると共に、ＣＡＮ３７（Controller Area

Network）等を用いてＥＣＵ２２、ＭＧＣＵ３０、ＲＭＣＵ３５、ＢＣＵ３２に電気的に接続されている。ＨＣＵ３６は、ＥＣＵ２２、ＭＧＣＵ３０、ＲＭＣＵ３５、ＢＣＵ３２と通信しながら、エンジン２１、発電電動機２７、旋回電動モータ３３、蓄電装置３１を制御する。

[0041] ＨＣＵ３６には、ＣＡＮ３７等を通じて、蓄電率ＳＯＣ、電流二乗積算比率Ｒisc、旋回電動モータ出力Ｐ0er、その他車体情報ＶＩ等が入力される。また、ＨＣＵ３６には、操作量センサ９Ａ～１１Ａが接続されている。これにより、ＨＣＵ３６には、各種の操作量ＯＡr，ＯＡbm，ＯＡam，ＯＡbkを含むレバー操作量ＯＡが入力される。さらに、ＨＣＵ３６には、エンジン制御ダイヤル３８が接続され、エンジン制御ダイヤル３８によって設定されたエンジン２１の目標回転数ωeが入力される。

[0042] ＨＣＵ３６は、第１の指標としての蓄電率ＳＯＣと第２の指標としての電流二乗積算比率Ｒiscとに基づいて、蓄電装置３１の出力を制御する。ここで、ＨＣＵ３６は、蓄電率ＳＯＣに定められた基準値となる目標値ＳＯＣ0と、限界値となる使用下限値ＳＯＣ1および使用上限値ＳＯＣ2とを有している。使用下限値ＳＯＣ1は、蓄電率ＳＯＣの適正使用範囲の下限値である。使用上限値ＳＯＣ2は、蓄電率ＳＯＣの適正使用範囲の上限値である。一例を挙げると、蓄電率ＳＯＣの目標値ＳＯＣ0は５０％、使用下限値ＳＯＣ1は３０％、使用上限値ＳＯＣ2は７０％である。

[0043] これに加え、ＨＣＵ３６は、電流二乗積算比率Ｒiscに定められた基準値となる中間値Ｒisc0と、限界値となる上限値Ｒisc2を有している。また、電流二乗積算比率Ｒiscには、下限値Ｒisc1も設定されている。一例を挙げると、電流二乗積算比率Ｒiscの中間値Ｒisc0は７０％、下限値Ｒisc1は０％、上限値Ｒisc2は１００％である。

[0044] また、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscには、出力の制限が不要は許容範囲がそれぞれ設定されている。このとき、蓄電率ＳＯＣの許容範囲は、目標値ＳＯＣ0よりも下側余裕Ｘ1だけ低下した値以上で、目標値ＳＯＣ0よりも上側余裕Ｘ2だけ上昇した値以下の範囲である。即ち、以下の数１の式に示

す範囲である。一例を挙げると、下側余裕Ｘ1は１５％であり、上側余裕Ｘ2も１５％である。なお、下側余裕Ｘ1と上側余裕Ｘ2は、同じ値である必要はなく、互いに異なる値でもよい。

[0045] [数1]

$$SOC0-X1 \leqq SOC \leqq SOC0+X2$$

[0046] 電流二乗積算比率Ｒiscの許容範囲は、中間値Ｒisc0以下の範囲である。即ち、以下の数２の式に示す範囲である。

[0047] [数2]

$$Risc \leqq Risc0$$

[0048] エンジン制御ダイヤル３８は、回転可能なダイヤルによって構成され、ダイヤルの回転位置に応じてエンジン２１の目標回転数ωeを設定する。このエンジン制御ダイヤル３８は、キャブ７内に位置して、オペレータによって回転操作され、目標回転数ωeに応じた指令信号を出力する。

[0049] 次に、ＨＣＵ３６の具体的な構成について、図４を参照して説明する。ＨＣＵ３６は、発電電動機要求出力演算部４０と、最大出力演算部５０と、出力指令演算部６０とを備えている。このとき、最大出力演算部５０および出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力演算部４０からの出力の要求に基づいて、蓄電率ＳＯＣが使用下限値ＳＯＣ1または使用上限値ＳＯＣ2を超えず、かつ電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2を超えないように、蓄電装置３１の出力を制御する出力制御部を構成している。

[0050] まず、発電電動機要求出力演算部４０の具体的な構成について、図５ないし図８を参照して説明する。

[0051] 発電電動機要求出力演算部４０は、出力要求部を構成している。このため、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあるときに、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲から逸脱しないように蓄電装置３１の出力を要求する。また、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが許容範囲を超えて目標値ＳＯＣ0から逸脱したとき（ＳＯＣ＜ＳＯＣ0－Ｘ1またはＳＯＣ＞ＳＯＣ0－Ｘ2）に、電

流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0から逸脱するのを許容して、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に近付くように蓄電装置３１の出力を要求する。さらに、発電電動機要求出力演算部４０は、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲を超えて中間値Ｒisc0から逸脱したとき（Ｒisc＞Ｒisc0）に、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0から逸脱するのを許容して、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0に近付くように蓄電装置３１の出力を要求する。

[0052] 発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電装置３１の状況に応じて、発電電動機２７を適切に動作（力行動作または発電動作）させるために、発電電動機要求出力Ｐmg1を決定する。発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0を下回り（ＳＯＣ＜ＳＯＣ0）、かつ電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にある場合に発電電動機２７に発電を要求する発電要求部４０Ａと、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0を上回り（ＳＯＣ＞ＳＯＣ0）、かつ電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にある場合に発電電動機２７に力行を要求する力行要求部４０Ｂとを有している。これに加え、発電電動機要求出力演算部４０は、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2に近付くに従って出力を低下させて発電電動機２７に発電または力行を要求する出力低下要求部４３Ｂをさらに有している。

[0053] 図５に示すように、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率偏差演算部４１と、蓄電率要求出力演算部４２と、電流二乗積算比率要求出力演算部４３と、飽和演算部４４と、加算器４５とを備えている。この発電電動機要求出力演算部４０には、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscと、旋回電動モータ出力Ｐ0erとが入力される。

[0054] 蓄電率偏差演算部４１は、蓄電率ＳＯＣと目標蓄電率設定値である目標値ＳＯＣ0との差を演算し、蓄電率偏差ΔＳＯＣ（ΔＳＯＣ＝ＳＯＣ－ＳＯＣ0）を出力する。

[0055] 蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率ＳＯＣに応じて、発電電動機２７に要求する出力として、蓄電率要求出力Ｐsoc1を出力する。具体的には、蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣに基づいて、蓄電率要求出力

Ｐsoc1を演算するために、例えば図６に示すようなテーブルＴ1を有する。

[0056] 蓄電率偏差ΔＳＯＣが０となったとき（ΔＳＯＣ＝０）には、テーブルＴ1は、蓄電率要求出力Ｐsoc1を最小値（例えばＰsoc1＝０ｋＷ）に設定する。このとき、蓄電率ＳＯＣは目標値ＳＯＣ0となっており、発電電動機２７の動作は不要である。

[0057] 蓄電率偏差ΔＳＯＣが０から下側余裕Ｘ1までの範囲で低下したとき（－Ｘ1≦ΔＳＯＣ＜０）には、テーブルＴ1は、蓄電率偏差ΔＳＯＣの絶対値の大きさに応じて、蓄電率要求出力Ｐsoc1を発電側に増加させた値（負の値）に設定する。このとき、蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0よりも低下しており、発電電動機２７の発電動作によって目標値ＳＯＣ0に近付けるのが好ましい。

[0058] 蓄電率偏差ΔＳＯＣが下側余裕Ｘ1よりも低下したとき（－Ｘ1＞ΔＳＯＣ）には、テーブルＴ1は、蓄電率要求出力Ｐsoc1を発電側で最大値Ｙ11（例えばＰsoc1＝－３０ｋＷ）に設定する。このとき、蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0よりも下側余裕Ｘ1を超えて低下しており、発電電動機２７の発電動作によって速やかに充電する必要である。

[0059] 蓄電率偏差ΔＳＯＣが０から上側余裕Ｘ2までの範囲で上昇したとき（０＜ΔＳＯＣ≦Ｘ2）には、テーブルＴ1は、蓄電率偏差ΔＳＯＣの絶対値の大きさに応じて、蓄電率要求出力Ｐsoc1を力行側に増加させた値（正の値）に設定する。このとき、蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0よりも上昇しており、発電電動機２７の力行動作によって目標値ＳＯＣ0に近付けるのが好ましい。

[0060] 蓄電率偏差ΔＳＯＣが上側余裕Ｘ2よりも上昇したとき（Ｘ2＜ΔＳＯＣ）には、テーブルＴ1は、蓄電率要求出力Ｐsoc1を力行側で最大値Ｙ12（例えばＰsoc1＝３０ｋＷ）に設定する。このとき、蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0よりも上側余裕Ｘ2を超えて上昇しており、発電電動機２７の力行動作によって速やかに放電する必要である。

[0061] このように蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣが負値の場合（ΔＳＯＣ＜０）には、発電要求となった蓄電率要求出力Ｐsoc1を出力する。従って、テーブルＴ1のうち負値の蓄電率偏差ΔＳＯＣに対応した部分は

、発電出力要求部４２Ａを構成している。また、発電出力要求部４２Ａは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にある場合に最大値Ｙ11の蓄電率要求出力Ｐsoc1で発電要求を行う最大発電出力要求部４２Ａ1と、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にあるときに比べて蓄電率要求出力Ｐsoc1を低下させて発電要求を行う発電出力低下要求部４２Ａ2とを有している。

[0062] 一方、蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣが正値の場合（ΔＳＯＣ＞０）には、力行要求となった蓄電率要求出力Ｐsoc1を出力する。従って、テーブルＴ1のうち正値の蓄電率偏差ΔＳＯＣに対応した部分は、力行出力要求部４２Ｂを構成している。また、力行出力要求部４２Ｂは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にある場合に最大値Ｙ12の蓄電率要求出力Ｐsoc1で力行要求を行う最大力行出力要求部４２Ｂ1と、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にあるときに比べて蓄電率要求出力Ｐsoc1を低下させて力行要求を行う力行出力低下要求部４２Ｂ2とを有している。

[0063] なお、蓄電率偏差ΔＳＯＣが０から下側余裕Ｘ1までの間では、蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣの絶対値の大きさに比例して、蓄電率要求出力Ｐsoc1を発電側に増加させるものとした。また、蓄電率偏差ΔＳＯＣが０から上側余裕Ｘ2までの間では、蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣの絶対値の大きさに比例して、蓄電率要求出力Ｐsoc1を力行側に増加させるものとした。本発明はこれに限らず、蓄電率偏差ΔＳＯＣが下側余裕Ｘ1から上側余裕Ｘ2までの間では、蓄電率要求出力演算部４２は、蓄電率偏差ΔＳＯＣの絶対値の大きさに対して、蓄電率要求出力Ｐsoc1の大きさを単調増加させればよい。このため、蓄電率要求出力演算部４２には、比例特性に限らず、各種の特性が採用可能である。

[0064] 電流二乗積算比率要求出力演算部４３は、電流二乗積算比率Ｒiscに応じて発電電動機２７に要求する出力として、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を出力する。具体的には、電流二乗積算比率要求出力演算部４３は、電流二乗

積算比率Ｒiscに基づいて、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を演算するために、例えば図７に示すようなテーブルＴ2を有する。

[0065] 電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0以下となったとき（Ｒisc≦Ｒisc0）には、テーブルＴ2は、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を最大値Ｙ22（例えばＰrisc1＝３０ｋＷ）に設定する。このとき、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1は、上限値Ｒisc2に対して余裕があるため、発電電動機２７を最大範囲で力行動作または発電動作させることが可能である。

[0066] 電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0よりも上昇して上限値Ｒisc2に近付いたとき（Ｒisc0＜Ｒisc＜Ｒisc2）には、テーブルＴ2は、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2に近付くに従って、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を最大値Ｙ22から減少させた値に設定する。

[0067] 電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2となったとき（Ｒisc＝Ｒisc2）には、テーブルＴ2は、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を最小値Ｙ21（例えばＰrisc1＝０ｋＷ）に設定する。このとき、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1をこれ以上増加させることができないため、発電電動機２７の力行動作および発電動作を停止させて、蓄電装置３１を休止させる必要がある。

[0068] このように電流二乗積算比率要求出力演算部４３は、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にある場合に最大値Ｙ22の電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1で発電または力行を要求する最大出力要求部４３Ａと、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲外にある場合に、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあるときに比べて蓄電率要求出力Ｐsoc1を低下させて発電または力行を要求する出力低下要求部４３Ｂとを有している。

[0069] なお、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0から上限値Ｒisc2までの間では、電流二乗積算比率要求出力演算部４３は、電流二乗積算比率Ｒiscの大きさに比例して、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1を減少させるものとした。本発明はこれに限らず、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0から上限値Ｒisc2までの間では、電流二乗積算比率要求出力演算部４３は、電流二乗積算比率Ｒiscの大きさに対して、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1の大きさを

単調減少させればよい。このため、電流二乗積算比率要求出力演算部４３には、比例特性に限らず、各種の特性が採用可能である。

[0070] 飽和演算部４４は、蓄電率要求出力Ｐsoc1と、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1とに基づいて、蓄電装置３１の状態に基づく蓄電装置要求出力Ｐmg10を算出する。具体的には、飽和演算部４４には、蓄電率要求出力Ｐsoc1と、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1とに加えて、反転入力部４４Ａによって電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1の符号が反転した値（－Ｐrisc1）が入力される。このとき、電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1は、全て正の値になっている。電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1は、力行側の制限値となる上限値を示している。電流二乗積算比率要求出力Ｐrisc1の負の値（－Ｐrisc1）は、発電側の制限値となる下限値を示している。

[0071] このため、上限値Ｐrisc1から下限値（－Ｐrisc1）の範囲内に蓄電率要求出力Ｐsoc1があるとき（－Ｐrisc1＜Ｐsoc1＜Ｐrisc1）には、飽和演算部４４は、蓄電率要求出力Ｐsoc1と同じ値の蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。一方、蓄電率要求出力Ｐsoc1が上限値Ｐrisc1よりも上昇したとき（Ｐrisc1＜Ｐsoc1）には、飽和演算部４４は、上限値Ｐrisc1と同じ値の蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。同様に、蓄電率要求出力Ｐsoc1が下限値（－Ｐrisc1）よりも低下したとき（－Ｐrisc1＞Ｐsoc1）には、飽和演算部４４は、下限値（－Ｐrisc1）と同じ値の蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。

[0072] これにより、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0から逸脱した大きさと、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0から上限値Ｒisc2に向けて逸脱した大きさに応じて、図８に示す蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。

[0073] このとき、発電要求部４０Ａは、発電出力要求部４２Ａ、最大出力要求部４３Ａおよび飽和演算部４４によって構成されている。力行要求部４０Ｂは、力行出力要求部４２Ｂ、最大出力要求部４３Ａおよび飽和演算部４４によって構成されている。

[0074] このため、発電要求部４０Ａは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に

、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にあるときに比べて蓄電率要求出力Ｐsoc1を低下させて発電要求を行う発電出力低下要求部４２Ａ2を有している。力行要求部４０Ｂは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にあるときに比べて蓄電率要求出力Ｐsoc1を低下させて力行要求を行う力行出力低下要求部４２Ｂ2を有している。

[0075] 蓄電率要求出力演算部４２、電流二乗積算比率要求出力演算部４３、飽和演算部４４等は、上述した演算処理を実行する。これらの演算処理の内容を、図８を参照して具体的に説明する。

[0076] （１）．ＳＯＣ＜ＳＯＣ0のとき

この状態では、蓄電装置３１を充電して、蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に近付けるのが好ましい。ここで、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2未満であるとき（Ｒisc＜Ｒisc2）には、電流二乗積算比率Ｒiscには余裕がある。このため、飽和演算部４４は、発電電動機２７に対して発電動作を要求する蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。

[0077] 特に、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも大きく低下している状態（ＳＯＣ＜ＳＯＣ0－Ｘ1）であり、かつ、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0以下のとき（Ｒisc≦Ｒisc0）には、飽和演算部４４は、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、発電電動機２７の仕様上の最大発電出力に設定する。このとき、飽和演算部４４は、フルパワーでの発電を要求する。

[0078] 一方、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも大きく低下している状態（ＳＯＣ＜ＳＯＣ0－Ｘ1）であっても、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0よりも上限値Ｒisc2に近付いたとき（Ｒisc0＜Ｒisc＜Ｒisc2）には、電流二乗積算比率Ｒiscに応じて充電電力を制限する必要がある。そこで、飽和演算部４４は、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0よりも大きくなるに従って、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、最大発電出力から低下させる。このとき、飽和演算部４４は、ハーフパワーでの発電を要求する。

[0079] 電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2となったとき（Ｒisc＝Ｒisc2）には、飽和演算部４４は、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、最小値（０ｋＷ）に設

定する。このとき、飽和演算部４４は、発電および力行の要求を停止する。

[0080] なお、中間値Ｒisc0は、必ずしも５０％である必要はない。例えば、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0で、かつ蓄電率ＳＯＣが下限値ＳＯＣ1にあるときに、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に到達するまで、車体が非操作の状態で充電すると仮定する。このような充電状態で、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2付近まで増加しないように、中間値Ｒisc0をチューニングするのが好ましい。一例として、ここでは、中間値Ｒisc0を７０％としている。

[0081] （２）．ＳＯＣ＞ＳＯＣ0のとき

この状態では、蓄電装置３１を放電して、蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に近付けるのが好ましい。ここで、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2未満であるとき（Ｒisc＜Ｒisc2）には、電流二乗積算比率Ｒiscには余裕がある。このため、飽和演算部４４は、発電電動機２７に対して力行動作を要求する蓄電装置要求出力Ｐmg10を出力する。

[0082] 特に、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも大きく上昇している状態（ＳＯＣ＞ＳＯＣ0＋Ｘ2）であり、かつ、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0以下のとき（Ｒisc≦Ｒisc0）には、飽和演算部４４は、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、発電電動機２７の仕様上の最大力行出力に設定する。このとき、飽和演算部４４は、フルパワーでの力行を要求する。

[0083] 一方、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも大きく上昇している状態（ＳＯＣ＞ＳＯＣ0＋Ｘ2）であっても、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0よりも上限値Ｒisc2に近付いたとき（Ｒisc0＜Ｒisc＜Ｒisc2）には、電流二乗積算比率Ｒiscに応じて力行電力（放電電力）を制限する必要がある。そこで、飽和演算部４４は、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0よりも大きくなるに従って、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、最大力行出力から低下させる。このとき、飽和演算部４４は、ハーフパワーでの力行を要求する。

[0084] 電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2となったとき（Ｒisc＝Ｒisc2）には、飽和演算部４４は、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、最小値（０ｋＷ）に設

定する。このとき、飽和演算部４４は、発電および力行の要求を停止する。

[0085] なお、中間値Ｒisc0は、必ずしも５０％である必要はない。例えば、電流二乗積算比率Ｒiscが中間値Ｒisc0で、かつ蓄電率ＳＯＣが上限値ＳＯＣ2にあるときに、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に到達するまで、車体が非操作の状態で放電すると仮定する。このような放電状態で、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2付近まで増加しないように、中間値Ｒisc0をチューニングするのが好ましい。一例として、ここでは、中間値Ｒisc0を７０％とする。

[0086] （３）．ＳＯＣ≒ＳＯＣ0のとき

この状態では、蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0となっている。仮に、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0から逸脱したとしても、この状態では、蓄電率偏差ΔＳＯＣは小さい値である。従って、電流二乗積算比率Ｒiscの値に拘らず、飽和演算部４４は、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に収束するように、蓄電装置要求出力Ｐmg10を、十分に小さな値の放電電力または充電電力に設定する。なお、蓄電率ＳＯＣと目標値ＳＯＣ0とが一致するとき（ＳＯＣ＝ＳＯＣ0）には、飽和演算部４４は、発電および力行の要求を停止する。

[0087] 加算器４５には、蓄電装置３１の状態に基づく蓄電装置要求出力Ｐmg10と、反転入力部４５Ａによって旋回電動モータ出力Ｐ0erの符号が反転した値（－Ｐ0er）とが入力される。加算器４５は、蓄電装置要求出力Ｐmg10に対して、旋回電動モータ出力Ｐ0erに－１を掛けた値を加算し、この加算値を算出する。発電要求と力行要求に対して、旋回電動モータ出力Ｐ0erに応じた分が優先的に実行される。加算器４５は、この点を考慮した処理を行っている。

[0088] 具体的に説明すると、蓄電装置要求出力Ｐmg10が力行要求で、かつ旋回電動モータ３３が力行状態では、旋回電動モータ出力Ｐ0erに応じた値を、放電電力である蓄電装置要求出力Ｐmg10から低下させる。蓄電装置要求出力Ｐmg10が発電要求で、かつ旋回電動モータ３３が発電状態では、旋回電動モータ出力Ｐ0erに応じた値を、発電電力である蓄電装置要求出力Ｐmg10から低下させる。

[0089] 一方、蓄電装置要求出力Ｐmg10が力行要求で、かつ旋回電動モータ３３が

発電状態では、旋回電動モータ出力Ｐ0erに応じた値を、放電電力である蓄電装置要求出力Ｐmg10から上昇させる。蓄電装置要求出力Ｐmg10が発電要求で、かつ旋回電動モータ３３が力行状態では、旋回電動モータ出力Ｐ0erに応じた値を、発電電力である蓄電装置要求出力Ｐmg10から上昇させる。

[0090] 加算器４５は、発電電動機要求出力Ｐmg1を加算値に設定する。但し、加算器４５は、力行側の加算値が最大力行出力を超えるときには、発電電動機要求出力Ｐmg1を最大力行出力に設定する。加算器４５は、発電側の加算値が最大発電出力を超えるときには、発電電動機要求出力Ｐmg1を最大発電出力に設定する。加算器４５は、旋回電動モータ出力Ｐ0erを考慮した最終的な発電電動機要求出力Ｐmg1を出力する。

[0091] 次に、最大出力演算部５０の具体的な構成について、図９および図１０を参照して説明する。

[0092] 最大出力演算部５０は、出力制御部の一部を構成している。この最大出力演算部５０は、蓄電率ＳＯＣが使用下限値ＳＯＣ1に到達した場合に発電電動機２７の力行を禁止する力行禁止部としての蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａと、蓄電率ＳＯＣが使用上限値ＳＯＣ2に到達した場合に発電電動機２７の発電を禁止する発電禁止部としての蓄電率発電制限ゲイン演算部５２Ｂとを有している。これに加え、最大出力演算部５０は、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2に到達した場合は発電電動機２７の力行と発電をいずれも禁止する力行発電禁止部としての電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃを有している。

[0093] 図９に示すように、最大出力演算部５０は、エンジン最大出力演算部５１と、発電電動機出力制限ゲイン演算部５２と、発電電動機最大出力演算部５３とを有している。この最大出力演算部５０には、エンジン目標回転数ωeと、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscとが入力される。

[0094] エンジン最大出力演算部５１は、エンジン目標回転数ωeとエンジン最大出力Ｐe-maxとの対応関係を示したテーブル（図示せず）を有している。このとき、エンジン最大出力Ｐe-maxは、エンジン目標回転数ωeでエンジン２１が

駆動したときの、エンジン２１から供給可能な最大出力を示している。エンジン最大出力演算部５１は、エンジン目標回転数ωeに基づいてエンジン最大出力Ｐe-maxを演算し、算出したエンジン最大出力Ｐe-maxを出力する。

[0095] 図１０に示すように、発電電動機出力制限ゲイン演算部５２は、蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａと、蓄電率発電制限ゲイン演算部５２Ｂと、電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃと、最小値選択部５２Ｄ，５２Ｅとを有している。発電電動機出力制限ゲイン演算部５２には、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscとが入力される。

[0096] 蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａは、蓄電率ＳＯＣに基づいて蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を演算するために、テーブルＴ3を有する。このとき、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0は、発電電動機２７の力行によって蓄電率ＳＯＣが下限値ａ1まで低下するのを抑制するために、発電電動機２７の力行出力を制限するものである。蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａは、テーブルＴ3を用いて蓄電率ＳＯＣに応じた蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を演算する。なお、下限値ａ1は、使用下限値ＳＯＣ1と同じ値である。

[0097] テーブルＴ3は、蓄電率ＳＯＣが適正使用範囲の下限値ａ1まで低下すると、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を最小値（例えばＫmgm0＝０）に設定する。テーブルＴ3は、蓄電率ＳＯＣが閾値となる下側の適正基準値ａ2よりも上昇すると、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を最大値（例えばＫmgm0＝１）に設定する。また、蓄電率ＳＯＣが下限値ａ1と適正基準値ａ2の間の値となるときには、テーブルＴ3は、蓄電率ＳＯＣが低下するに従って、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を低下させる。即ち、蓄電率ＳＯＣが適正基準値ａ2よりも低下すると、テーブルＴ3は、適正基準値ａ2からの低下度合いに応じて、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を最小値と最大値との間の値に設定する。ここで、適正基準値ａ2は、下限値ａ1から予め決められた余裕を持って大きな値に設定されている。例えば下限値ａ1が３０％となるときに、適正基準値ａ2は３５％程度の値に設定されている。なお、適正基準値ａ2は、蓄電率ＳＯＣの許容範囲の下限値と同じ値になる場合を例示したが、これらは互いに異なる値でも

よい。

[0098] 蓄電率発電制限ゲイン演算部５２Ｂは、蓄電率ＳＯＣに基づいて蓄電率発電制限ゲインＫmgg0を演算するために、テーブルＴ4を有する。このとき、蓄電率発電制限ゲインＫmgg0は、発電電動機２７の発電によって蓄電率ＳＯＣが上限値ａ4まで上昇するのを抑制するために、発電電動機２７の発電出力を制限するものである。蓄電率発電制限ゲイン演算部５２Ｂは、テーブルＴ4を用いて蓄電率ＳＯＣに応じた蓄電率発電制限ゲインＫmgg0を演算する。なお、上限値ａ4は、使用上限値ＳＯＣ2と同じ値である。

[0099] テーブルＴ4は、蓄電率ＳＯＣが適正使用範囲の上限値ａ4まで上昇すると、蓄電率発電制限ゲインＫmgg0を最小値（例えばＫmgg0＝０）に設定する。テーブルＴ4は、蓄電率ＳＯＣが閾値となる上側の適正基準値ａ3よりも低下すると、蓄電率発電制限ゲインＫmgg0を最大値（例えばＫmgg0＝１）に設定する。また、蓄電率ＳＯＣが上限値ａ4と適正基準値ａ3の間の値となるときには、テーブルＴ4は、蓄電率ＳＯＣが上昇するに従って、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0を低下させる。即ち、蓄電率ＳＯＣが適正基準値ａ3よりも上昇すると、テーブルＴ4は、適正基準値ａ3からの上昇度合いに応じて、蓄電率発電制限ゲインＫmgg0を最小値と最大値との間の値に設定する。ここで、適正基準値ａ3は、上限値ａ4から予め決められた余裕を持って小さな値に設定されている。例えば上限値ａ4が７０％となるときに、適正基準値ａ3は６５％程度の値に設定されている。なお、適正基準値ａ3は、蓄電率ＳＯＣの許容範囲の上限値と同じ値になる場合を例示したが、これらは互いに異なる値でもよい。

[0100] 電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃは、電流二乗積算比率Ｒiscに基づいて電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を演算するために、テーブルＴ5を有する。このとき、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0は、発電電動機２７の力行および発電によって電流二乗積算比率Ｒiscが上限値ｂ2まで上昇するのを抑制するために、発電電動機２７の発電出力および力行出力を制限するものである。電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃは

、テーブルＴ5を用いて電流二乗積算比率Ｒiscに応じた電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を演算する。

[0101] テーブルＴ5は、電流二乗積算比率Ｒiscが適正使用範囲の上限値ｂ2まで上昇すると、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を最小値（例えばＫrisc0＝０）に設定する。テーブルＴ5は、電流二乗積算比率Ｒiscが閾値となる適正基準値ｂ1よりも低下すると、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を最大値（例えばＫrisc0＝１）に設定する。また、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値ｂ2と適正基準値ｂ1の間の値となるときには、テーブルＴ5は、電流二乗積算比率Ｒiscが上昇するに従って、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を低下させる。即ち、電流二乗積算比率Ｒiscが適正基準値ｂ1よりも上昇すると、テーブルＴ5は、適正基準値ｂ1からの上昇度合いに応じて、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0を最小値と最大値との間の値に設定する。ここで、適正基準値ｂ1は、上限値ｂ2から予め決められた余裕を持って小さな値に設定されている。例えば上限値ｂ2が１００％となるときに、適正基準値ｂ1は９５％程度の値に設定されている。なお、上限値ｂ2は、電流二乗積算比率Ｒiscの限界値（上限値Ｒisc2）と同じ値である。また、適正基準値ｂ1は、電流二乗積算比率Ｒiscの許容範囲の上限値（中間値Ｒisc0）と異なる値になる場合を例示したが、これらは互いに同じ値でもよい。

[0102] 最小値選択部５２Ｄは、蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａによる蓄電率力行制限ゲインＫmgm0と、電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃによる電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0とを比較する。最小値選択部５２Ｄは、蓄電率力行制限ゲインＫmgm0と、電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0とのうちで最小の値を選択し、発電電動機力行制限ゲインＫmgmとして出力する。

[0103] 最小値選択部５２Ｅは、蓄電率発電制限ゲイン演算部５２Ｂによる蓄電率発電制限ゲインＫmgg0と、電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃによる電流二乗積算比率出力制限ゲインＫrisc0とを比較する。最小値選択部５２Ｅは、蓄電率発電制限ゲインＫmgg0と、電流二乗積算比率出力制限ゲイン

Ｋrisc0とのうちで最小の値を選択し、発電電動機発電制限ゲインＫmggとして出力する。

[0104] 発電電動機最大出力演算部５３は、エンジン最大出力演算部５１と同様に、エンジン目標回転数ωeに対する発電電動機２７の力行最大出力と、発電最大出力のテーブル（図示せず）を有している。発電電動機最大出力演算部５３は、エンジン２１の目標回転数ωeに基づいて、発電電動機２７の力行最大出力および発電最大出力を算出する。発電電動機最大出力演算部５３は、目標回転数ωeから決定した力行最大出力に発電電動機力行制限ゲインＫmgmを作用（乗算）させた値を、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとして出力する。発電電動機最大出力演算部５３は、目標回転数ωeから決定した発電最大出力に発電電動機発電制限ゲインＫmggを作用（乗算）させた値を、発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとして出力する。

[0105] 次に、出力指令演算部６０の具体的な構成について、図１１ないし図１４を参照して説明する。

[0106] 図１１に示すように、出力指令演算部６０は、ポンプ推定入力演算部６１と、発電電動機力行発電要求判定部６２と、発電電動機力行出力演算部６３と、発電電動機発電出力演算部６４と、発電電動機出力指令演算部６５と、エンジン出力指令演算部６６とを有している。この出力指令演算部６０には、旋回速度Ｖrと、各レバー操作量ＯＡ（ＯＡr，ＯＡbm，ＯＡam，ＯＡbk）と、その他車体情報ＶＩと、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscと、発電電動機要求出力Ｐmg1と、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxと、発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとが入力される。

[0107] 図１２に示すように、ポンプ推定入力演算部６１は、各レバー操作量ＯＡに応じて車体を動作させたために必要なポンプ推定入力Ｐpと旋回電動モータ出力指令Ｐerとを演算する。ポンプ推定入力演算部６１は、ポンプ推定入力Ｐpと旋回電動モータ出力指令Ｐerとを演算するときに、旋回速度Ｖrと、その他車体情報ＶＩと、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscと、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとを考慮する。この

ため、ポンプ推定入力演算部６１には、旋回速度Ｖｒと、その他車体情報ＶＩと、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscと、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxと、各レバー操作量ＯＡとが入力される。なお、以降では、その他車体情報ＶＩについては、省いて説明する。ポンプ推定入力演算部６１の具体的に構成については、後述する。

[0108] 発電電動機力行発電要求判定部６２には、発電電動機要求出力Ｐmg1が入力される。発電電動機要求出力Ｐmg1が正の値の場合（Ｐmg1＞０）、発電電動機力行発電要求判定部６２は、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1を発電電動機要求出力Ｐmg1の値に設定する（Ｐmgm1＝Ｐmg1）と共に、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1を０に設定する（Ｐmgg1＝０）。逆に、発電電動機要求出力Ｐmg1が負の値の場合（Ｐmg1＜０）、発電電動機力行発電要求判定部６２は、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1を０に設定する（Ｐmgm1＝０）と共に、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1を発電電動機要求出力Ｐmg1の値に設定する（Ｐmgm1＝Ｐmg1）。発電電動機力行発電要求判定部６２は、これらの発電電動機力行要求出力Ｐmgm1と発電電動機発電要求出力Ｐmgg1とを出力する。

[0109] 図１３に示すように、発電電動機力行出力演算部６３は、減算器６３Ａと、最大値選択部６３Ｂと、最小値選択部６３Ｃとを有している。発電電動機力行出力演算部６３には、ポンプ推定入力Ｐpと、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxと、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1とが入力される。

[0110] 減算器６３Ａは、ポンプ推定入力ＰpからエンジンＰe-maxを減算し、この減算値を出力する。最大値選択部６３Ｂは、減算器６３Ａからの出力と、０と、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1とを比較する。最大値選択部６３Ｂは、減算器６３Ａからの出力と、０と、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1とのうち最大値を選択して、発電電動機力行出力Ｐmgm10として出力する。このとき、発電電動機力行出力Ｐmgm10は、０または正の値になる（Ｐmgm10≧０）。

[0111] 最小値選択部６３Ｃは、発電電動機力行出力Ｐmgm10と発電電動機最大力行

出力Ｐmgm-maxとを比較する。最小値選択部６３Ｃは、発電電動機力行出力Ｐmgm10と発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとのうち最小の値を選択し、発電電動機力行出力指令Ｐmgmとして出力する。

[0112] このように、発電電動機力行出力演算部６３は、ポンプ推定入力ＰpとエンジンＰe-maxとを比較する。発電電動機力行出力演算部６３は、ポンプ推定入力Ｐpがエンジン最大出力Ｐe-maxよりも大きい場合（Ｐp＞Ｐe-max）は、ポンプ推定入力ＰpとエンジンＰe-maxとの差を発電電動機力行出力指令Ｐmgmとする。但し、発電電動機力行出力指令Ｐmgmは、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxよりも大きくならないように調整される。

[0113] 一方、エンジン最大出力Ｐe-maxがポンプ推定入力Ｐpよりも大きい場合（Ｐp＜Ｐe-max）は、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxと発電電動機力行要求出力Ｐmgm1とのうち最小のものを選択し、発電電動機力行出力指令Ｐmgmとする。

[0114] これにより、発電電動機力行出力演算部６３は、油圧負荷に対してエンジン２１の出力で不足する部分を発電電動機２７の力行出力によって担保する。その上で、発電電動機力行出力演算部６３は、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1を満たすように、発電電動機２７の力行動作を制御する。

[0115] 図１４に示すように、発電電動機発電出力演算部６４は、減算器６４Ａと、最大値選択部６４Ｂ，６４Ｄ，６４Ｅと、発電電力変換部６４Ｃとを有している。発電電動機発電出力演算部６４には、ポンプ推定入力Ｐpと、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxと、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1とが入力される。

[0116] 減算器６４Ａは、エンジン最大出力Ｐe-maxからポンプ推定入力Ｐpを減算し、この減算値を出力する。最大値選択部６４Ｂは、減算器６４Ａからの出力と０とを比較する。最大値選択部６４Ｂは、減算器６４Ａからの出力と０とのうち最大値を選択する。このとき、最大値選択部６４Ｂは、０または正の値を出力する。最大値選択部６４Ｂからの出力は、発電電力変換部６４Ｃによって－１が乗算され、負の値に変換される。これにより、発電電力変換

部６４Ｃは、エンジン最大出力Ｐe-maxとポンプ推定入力Ｐpとの差に応じた大きさとなった第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10を出力する。このとき、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10は、０または負の値になる（Ｐmgg10≦０）。

[0117] 最大値選択部６４Ｄは、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1と発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとを比較する。最大値選択部６４Ｄは、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1と発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとのうち、大きい方を選択する。ここで、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1と発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxは、いずれも負の値である。従って、最大値選択部６４Ｄは、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1と発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとのうち、０に近い値の方（絶対値の小さい方）を選択する。最大値選択部６４Ｄは、発電電動機発電要求出力Ｐmgg1と発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxとのうち選択した方を、第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20として出力する。

[0118] 最大値選択部６４Ｅは、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10と第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20とを比較する。最大値選択部６４Ｅは、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10と第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20とのうち、大きい方を選択する。ここで、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10と第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20は、いずれも負の値である。このため、最大値選択部６４Ｅは、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10と第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20とのうち、０に近い値の方（絶対値の小さい方）を選択する。最大値選択部６４Ｅは、第１の発電電動機発電出力Ｐmgg10と第２の発電電動機発電出力Ｐmgg20とのうち選択した方を、発電電動機発電出力指令Ｐmggとして出力する。

[0119] このように、発電電動機発電出力演算部６４は、ポンプ推定入力Ｐpとエンジン最大出力Ｐe-maxとを比較する。発電電動機発電出力演算部６４は、ポンプ推定入力Ｐpがエンジン最大出力Ｐe-maxよりも大きい場合（Ｐp＞Ｐe-max）は、０となった発電電動機発電出力指令Ｐmggを出力する。この場合、エンジン２１は、油圧負荷への対応で全ての出力が消費されるから、発電動作を

行う余裕がない。このため、発電電動機発電出力指令Ｐmggは０に設定され、発電電動機２７が発電動作を行うことはない。

[0120] 一方、エンジン最大出力Ｐe-maxがポンプ推定入力ＰpよりＰp＜Ｐe-max）は、エンジン最大出力Ｐe-maxとポンプ推定入力Ｐpとの差と、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxと、発電電動機力行要求出力Ｐmgm1とのうち、その絶対値が最小のものを選択し、発電電動機力行出力指令Ｐmgmとする。

[0121] これにより、発電電動機発電出力演算部６４は、油圧負荷に対応しながら、可能な限り発電電動機力行要求出力Ｐmgm1を満たすように、発電電動機２７の発電動作を制御する。

[0122] 発電電動機出力指令演算部６５は、発電電動機力行出力指令Ｐmgmと発電電動機発電出力指令Ｐmggとを加算する。発電電動機出力指令演算部６５は、この加算値を、発電電動機出力指令Ｐmgとして出力する。

[0123] エンジン出力指令演算部６６は、ポンプ推定入力Ｐpから発電電動機出力指令Ｐmgを減算する。エンジン出力指令演算部６６は、この減算値を、エンジン出力指令Ｐeとして出力する。

[0124] 出力指令演算部６０は、出力制御部の一部を構成している。この出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力演算部４０からの出力の要求に加えて、操作量センサ９Ａ～１１Ａによって検出したレバー操作量ＯＡに基づいて、蓄電装置３１の出力を制御する。また、出力指令演算部６０のポンプ推定入力演算部６１は、各レバー操作量ＯＡに応じたポンプ推定入力Ｐpを算出する。このとき、出力指令演算部６０の発電電動機力行出力演算部６３は、ポンプ推定入力Ｐpの確保を優先させた発電電動機力行出力指令Ｐmgmを出力する。同様に、出力指令演算部６０の発電電動機発電出力演算部６４は、ポンプ推定入力Ｐpの確保を優先させた発電電動機発電出力指令Ｐmggを出力する。このため、車体速度の低下を抑制して、オペレータに操作ストレスや違和感を与える機会を減少させることができる。

[0125] 次に、ポンプ推定入力演算部６１の具体的な構成について、図１２、図１

５ないし図１９を参照して説明する。

[0126] 図１２に示すように、ポンプ推定入力演算部６１は、旋回基本出力演算部７１と、ブーム基本出力演算部７２と、アーム基本出力演算部７３と、バケット基本出力演算部７４と、旋回ブーム出力配分演算部７５と、アームバケット出力配分演算部７６と、旋回油圧電動出力配分演算部７７と、合計ポンプ出力演算部７８とを有している。ポンプ推定入力演算部６１には、旋回速度Ｖｒと、各レバー操作量ＯＡ（ＯＡｒ，ＯＡbm，ＯＡam，ＯＡbk）と、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscと、エンジン最大出力Ｐe-maxと、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとが入力される。このとき、エンジン最大出力Ｐe-maxと発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとを加算したものは、出力上限値Ｐmaxに相当する（Ｐmax＝Ｐe-max＋Ｐmgm-max）。

[0127] 旋回基本出力演算部７１は、旋回レバー操作量ＯＡｒに対して単調増加するような旋回基本出力Ｐr0を演算する。図１５に示すように、旋回基本出力演算部７１は、最大値選択部７１Ａと、初期旋回基本出力演算部７１Ｂと、出力減少ゲイン演算部７１Ｃと、ゲイン変換部７１Ｄと、乗算器７１Ｅとを有している。

[0128] 最大値選択部７１Ａは、旋回レバー操作量ＯＡｒに含まれる左旋回操作量ＯＡr1と右旋回操作量ＯＡr2とを比較する。最大値選択部７１Ａは、左旋回操作量ＯＡr1と右旋回操作量ＯＡr2とのうち最大の値を選択し、旋回操作量ＯＡr3として出力する。

[0129] 初期旋回基本出力演算部７１Ｂは、旋回操作量ＯＡr3に基づいて初期旋回基本出力Ｐr10を演算するために、テーブルＴ6を有する。初期旋回基本出力演算部７１Ｂは、テーブルＴ6を用いて旋回操作量ＯＡr3に応じた初期旋回基本出力Ｐr10を演算する。このとき、初期旋回基本出力Ｐr10は、旋回操作量ＯＡr3に応じた旋回動作を行うために必要な出力に相当する。初期旋回基本出力Ｐr10は、旋回操作量ＯＡr3が増加するに従って、大きな値になる。旋回操作量ＯＡr3が所定値を超えて増加すると、初期旋回基本出力Ｐr10は、最大値になって飽和する。

[0130] 出力減少ゲイン演算部７１Ｃは、旋回速度Ｖｒに基づいて出力減少ゲインＫｒを演算するために、テーブルＴ7を有する。出力減少ゲイン演算部７１Ｃは、テーブルＴ7を用いて旋回速度Ｖｒに応じた出力減少ゲインＫｒを演算する。このとき、出力減少ゲインＫｒは、旋回速度Ｖｒが増加するに従って、旋回出力を低下させるために、小さい値になる。旋回速度Ｖｒが所定値を超えて増加すると、出力減少ゲインＫｒは、最小値になって飽和する。

[0131] 出力減少ゲイン演算部７１Ｃから出力された出力減少ゲインＫｒ（％）は、百分率で表される。このため、出力減少ゲインＫｒは、ゲイン変換部７１Ｄによって１を最大値とした比率に変換される。即ち、ゲイン変換部７１Ｄは、出力減少ゲインＫｒを１００で割った値を、変換後の出力減少ゲインＫr10として出力する。乗算器７１Ｅは、初期旋回基本出力Ｐr10と出力減少ゲインＫr10との積を演算し、旋回基本出力Ｐr0を出力する。

[0132] ブーム基本出力演算部７２は、ブームレバー操作量ＯＡbmに対して単調増加するようなブーム基本出力Ｐbm0を演算する。図１６に示すように、ブーム基本出力演算部７２は、ブーム上げ基本出力演算部７２Ａと、ブーム下げ基本出力演算部７２Ｂと、最大値選択部７２Ｃとを有している。

[0133] ブーム上げ基本出力演算部７２Ａは、ブーム上げ操作量ＯＡbm1に基づいてブーム上げ基本出力Ｐbm10を演算するために、テーブルＴ8を有する。ブーム上げ基本出力演算部７２Ａは、テーブルＴ8を用いてブーム上げ操作量ＯＡbm1に応じたブーム上げ基本出力Ｐbm10を演算する。このとき、ブーム上げ基本出力Ｐbm10は、ブーム上げ操作量ＯＡbm1に応じたブーム上げ動作を行うために必要な出力に相当する。ブーム上げ基本出力Ｐbm10は、ブーム上げ操作量ＯＡbm1が増加するに従って、大きな値になる。ブーム上げ操作量ＯＡbm1が所定値を超えて増加すると、ブーム上げ基本出力Ｐbm10は、最大値になって飽和する。

[0134] ブーム下げ基本出力演算部７２Ｂは、ブーム下げ操作量ＯＡbm2に基づいてブーム下げ基本出力Ｐbm20を演算するために、テーブルＴ9を有する。ブーム下げ基本出力演算部７２Ｂは、テーブルＴ9を用いてブーム下げ操作量ＯＡbm

2に応じたブーム下げ基本出力Ｐbm20を演算する。このとき、ブーム下げ基本出力Ｐbm20は、ブーム下げ操作量ＯＡbm2に応じたブーム下げ動作を行うために必要な出力に相当する。ブーム下げ基本出力Ｐbm20は、ブーム下げ操作量ＯＡbm2が増加するに従って、大きな値になる。ブーム下げ操作量ＯＡbm2が所定値を超えて増加すると、ブーム下げ基本出力Ｐbm20は、最大値になって飽和する。

[0135] なお、ブーム下げ動作では、ブーム１２Ａに重力が作用するため、ブーム上げ動作に比べて、小さい出力で足りる。このため、ブーム下げ基本出力Ｐbm20は、ブーム上げ基本出力Ｐbm10に比べて全体的に小さい値になっている。

[0136] 最大値選択部７２Ｃは、ブーム上げ基本出力Ｐbm10とブーム下げ基本出力Ｐbm20とを比較する。最大値選択部７２Ｃは、ブーム上げ基本出力Ｐbm10とブーム下げ基本出力Ｐbm20とのうち最大の値を選択し、ブーム基本出力Ｐbm0として出力する。

[0137] アーム基本出力演算部７３は、アームレバー操作量ＯＡamに対して単調増加するようなアーム基本出力Ｐam0を演算する。バケット基本出力演算部７４は、バケットレバー操作量ＯＡbkに対して単調増加するようなバケット基本出力Ｐbk0を演算する。アーム基本出力演算部７３およびバケット基本出力演算部７４は、いずれもブーム基本出力演算部７２とほぼ同様に構成されている。

[0138] 旋回ブーム出力配分演算部７５は、出力上限値Ｐmaxに応じて旋回動作とブーム１２Ａの動作とを行うために、出力上限値Ｐmax等を考慮した旋回要求出力Ｐr1およびブーム要求出力Ｐbm1を演算する。図１７に示すように、旋回ブーム出力配分演算部７５は、旋回ブーム配分出力演算部７５Ａと、旋回要求出力演算部７５Ｂと、ブーム要求出力演算部７５Ｃとを有している。旋回ブーム出力配分演算部７５には、出力上限値Ｐmaxと、旋回基本出力Ｐr0と、ブーム基本出力Ｐbm0と、アーム基本出力Ｐam0と、バケット基本出力Ｐbk0とが入力される。

[0139] 旋回ブーム配分出力演算部７５Ａは、加算器７５Ａ1，７５Ａ4と、アーム

バケット配分出力演算部７５Ａ2と、減算器７５Ａ3と、最小値選択部７５Ａ5とを有している。

[0140] 加算器７５Ａ1は、アーム基本出力Ｐam0とバケット基本出力Ｐbk0とを加算し、この加算値をアームバケット基本出力Ｐab0として出力する（Ｐab0＝Ｐam0＋Ｐbk0）。

[0141] アームバケット配分出力演算部７５Ａ2は、アームバケット基本出力Ｐab0に基づいて暫定的なアームバケット配分出力Ｐab1を演算するために、テーブルＴ10を有する。アームバケット配分出力演算部７５Ａ2は、テーブルＴ10を用いてアームバケット基本出力Ｐab0に応じたアームバケット配分出力Ｐab1を演算する。このとき、アームバケット配分出力Ｐab1は、アーム基本出力Ｐam0とバケット基本出力Ｐbk0とに基づいて、アーム１２Ｂおよびバケット１２Ｃの動作に配分可能な出力に相当する。アームバケット配分出力Ｐab1は、アームバケット基本出力Ｐab0が増加するに従って、大きな値になる。アームバケット基本出力Ｐab0が所定値を超えて増加すると、アームバケット配分出力Ｐab1は、最大値になって飽和する。

[0142] 減算器７５Ａ3は、出力上限値Ｐmaxからアームバケット配分出力Ｐab1を減算し、この減算値を第１の旋回ブーム基本出力Ｐrb10として出力する。加算器７５Ａ4は、旋回基本出力Ｐr0とブーム基本出力Ｐbm0を加算し、この加算値を第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20として出力する。最小値選択部７５Ａ5は、第１の旋回ブーム基本出力Ｐrb10と第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20とを比較する。最小値選択部７５Ａ5は、第１の旋回ブーム基本出力Ｐrb10と第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20とのうち最小の値を選択し、旋回ブーム配分出力Ｐrbとして出力する。

[0143] 旋回要求出力演算部７５Ｂは、最大値選択部７５Ｂ1と、旋回配分比率演算部７５Ｂ2と、乗算器７５Ｂ3と、最小値選択部７５Ｂ4とを有している。

[0144] 最大値選択部７５Ｂ1は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20と１とを比較する。最大値選択部７５Ｂ1は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20と１とのうち最大値を選択して、出力する。

[0145] 旋回配分比率演算部７５Ｂ2は、旋回基本出力Ｐr0を最大値選択部７５Ｂ1からの出力で除算する。このとき、最大値選択部７５Ｂ1は、１以上の値を出力している。旋回配分比率演算部７５Ｂ2は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20に対する旋回基本出力Ｐr0の比率を算出する。

[0146] 乗算器７５Ｂ3は、旋回配分比率演算部７５Ｂ2からの出力と旋回ブーム配分出力Ｐrbとを乗算する。最小値選択部７５Ｂ4は、乗算器７５Ｂ3からの出力と旋回基本出力Ｐr0とを比較する。最小値選択部７５Ｂ4は、乗算器７５Ｂ3からの出力と旋回基本出力Ｐr0とのうち最小値を選択し、旋回要求出力Ｐr1として出力する。

[0147] ブーム要求出力演算部７５Ｃは、最大値選択部７５Ｃ1と、ブーム配分比率演算部７５Ｃ2と、乗算器７５Ｃ3と、最小値選択部７５Ｃ4とを有している。

[0148] 最大値選択部７５Ｃ1は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20と１とを比較する。最大値選択部７５Ｃ1は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20と１とのうち最大値を選択して、出力する。

[0149] ブーム配分比率演算部７５Ｃ2は、ブーム基本出力Ｐbm0を最大値選択部７５Ｃ1からの出力で除算する。このとき、最大値選択部７５Ｃ1は、１以上の値を出力している。ブーム配分比率演算部７５Ｃ2は、第２の旋回ブーム基本出力Ｐrb20に対するブーム基本出力Ｐbm0の比率を算出する。

[0150] 乗算器７５Ｃ3は、ブーム配分比率演算部７５Ｃ2からの出力と旋回ブーム配分出力Ｐrbとを乗算する。最小値選択部７５Ｃ4は、乗算器７５Ｃ3からの出力とブーム基本出力Ｐbm0とを比較する。最小値選択部７５Ｃ4は、乗算器７５Ｃ3からの出力とブーム基本出力Ｐbm0とのうち最小値を選択し、ブーム要求出力Ｐbm1として出力する。

[0151] アームバケット出力配分演算部７６は、出力上限値Ｐmaxに応じてアーム１２Ｂの動作とバケット１２Ｃの動作とを行うために、出力上限値Ｐmax等を考慮したアーム要求出力Ｐam1およびバケット要求出力Ｐbk1を演算する。図１８に示すように、アームバケット出力配分演算部７６は、アームバケット配分出力演算部７６Ａと、アーム要求出力演算部７６Ｂと、バケット要求出力

演算部７６Ｃとを有している。アームバケット出力配分演算部７６には、出力上限値Ｐmaxと、旋回要求出力Ｐr1と、ブーム要求出力Ｐbm1と、アーム基本出力Ｐam0と、バケット基本出力Ｐbk0とが入力される。

[0152] アームバケット配分出力演算部７６Ａは、加算器７６Ａ1，７６Ａ3と、減算器７６Ａ2と、最小値選択部７６Ａ4とを有している。

[0153] 加算器７６Ａ1は、旋回要求出力Ｐr1とブーム要求出力Ｐbm1とを加算し、この加算値を旋回ブーム要求出力Ｐrb1として出力する（Ｐrb1＝Ｐr1＋Ｐbm1）。減算器７６Ａ2は、出力上限値Ｐmaxから旋回ブーム要求出力Ｐrb1を減算し、この減算値を第１のアームバケット基本出力Ｐab10として出力する。加算器７６Ａ3は、アーム基本出力Ｐam0とバケット基本出力Ｐbk0を加算し、この加算値を第２のアームバケット基本出力Ｐab20として出力する。最小値選択部７６Ａ4は、第１のアームバケット基本出力Ｐab10と第２のアームバケット基本出力Ｐab20とを比較する。最小値選択部７６Ａ4は、第１のアームバケット基本出力Ｐab10と第２のアームバケット基本出力Ｐab20とのうち最小の値を選択し、アームバケット配分出力Ｐabとして出力する。

[0154] アーム要求出力演算部７６Ｂは、最大値選択部７６Ｂ1と、アーム配分比率演算部７６Ｂ2と、乗算器７６Ｂ3と、最小値選択部７６Ｂ4とを有している。

[0155] 最大値選択部７６Ｂ1は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20と１とを比較する。最大値選択部７６Ｂ1は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20と１とのうち最大値を選択して、出力する。

[0156] アーム配分比率演算部７６Ｂ2は、アーム基本出力Ｐam0を最大値選択部７６Ｂ1からの出力で除算する。このとき、最大値選択部７６Ｂ1は、１以上の値を出力している。アーム配分比率演算部７６Ｂ2は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20に対するアーム基本出力Ｐam0の比率を算出する。

[0157] 乗算器７６Ｂ3は、アーム配分比率演算部７６Ｂ2からの出力とアームバケット配分出力Ｐabとを乗算する。最小値選択部７６Ｂ4は、乗算器７６Ｂ3からの出力とアーム基本出力Ｐam0とを比較する。最小値選択部７６Ｂ4は、乗算器７６Ｂ3からの出力とアーム基本出力Ｐam0とのうち最小値を選択し、ア

ーム要求出力Ｐam1として出力する。

[0158] バケット要求出力演算部７６Ｃは、最大値選択部７６Ｃ1と、バケット配分比率演算部７６Ｃ2と、乗算器７６Ｃ3と、最小値選択部７６Ｃ4とを有している。

[0159] 最大値選択部７６Ｃ1は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20と１とを比較する。最大値選択部７６Ｃ1は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20と１とのうち最大値を選択して、出力する。

[0160] バケット配分比率演算部７６Ｃ2は、バケット基本出力Ｐbk0を最大値選択部７６Ｃ1からの出力で除算する。このとき、最大値選択部７６Ｃ1は、１以上の値を出力している。バケット配分比率演算部７６Ｃ2は、第２のアームバケット基本出力Ｐab20に対するバケット基本出力Ｐbk0の比率を算出する。

[0161] 乗算器７６Ｃ3は、バケット配分比率演算部７６Ｃ2からの出力とアームバケット配分出力Ｐabとを乗算する。最小値選択部７６Ｃ4は、乗算器７６Ｃ3からの出力とバケット基本出力Ｐbk0とを比較する。最小値選択部７６Ｃ4は、乗算器７６Ｃ3からの出力とバケット基本出力Ｐbk0とのうち最小値を選択し、バケット要求出力Ｐbk1として出力する。

[0162] 旋回油圧電動出力配分演算部７７は、旋回要求出力Ｐr1のうち可能な限り多くの部分を旋回電動モータ３３に分配し、残余を旋回油圧モータ２６に分配する。図１９に示すように、旋回油圧電動出力配分演算部７７は、蓄電率判定部７７Ａと、電流二乗積算比率判定部７７Ｂと、電動旋回禁止判定部７７Ｃと、選択部７７Ｄと、減算器７７Ｅ，７７Ｇと、最大値選択部７７Ｆとを有している。旋回油圧電動出力配分演算部７７には、旋回要求出力Ｐr1と、蓄電率ＳＯＣと、電流二乗積算比率Ｒiscとが入力される。

[0163] 蓄電率判定部７７Ａは、蓄電率ＳＯＣが旋回電動モータ３３による旋回トルクの付与を禁止する値になっているか否かを判定する。具体的には、蓄電率判定部７７Ａは、蓄電率ＳＯＣと予め設定された電動旋回禁止蓄電率ＳＯＣxとを比較する。蓄電率判定部７７Ａは、蓄電率ＳＯＣが電動旋回禁止蓄電率ＳＯＣx以下であるとき（ＳＯＣ≦ＳＯＣx）には、電動旋回を禁止する禁

止信号Ｓ1を出力する。蓄電率判定部７７Ａは、蓄電率ＳＯＣが電動旋回禁止蓄電率ＳＯＣxよりも大きいとき（ＳＯＣ＞ＳＯＣx）には、禁止信号Ｓ1を出力しない。ここで、電動旋回禁止蓄電率ＳＯＣxは、例えば蓄電率ＳＯＣの適正使用範囲の下限値（使用下限値ＳＯＣ1）に設定されている。なお、電動旋回禁止蓄電率ＳＯＣxは、旋回電動モータ３３や蓄電装置３１の仕様等に基づいて、使用下限値ＳＯＣ1とは異なる値に設定してもよい。

[0164] 電流二乗積算比率判定部７７Ｂは、電流二乗積算比率Ｒiscが旋回電動モータ３３による旋回トルクの付与を禁止する値になっているか否かを判定する。具体的には、電流二乗積算比率判定部７７Ｂは、電流二乗積算比率Ｒiscと予め設定された電動旋回禁止比率Ｒxとを比較する。電流二乗積算比率判定部７７Ｂは、電流二乗積算比率Ｒiscが電動旋回禁止比率Ｒx以上であるとき（Ｒisc≧Ｒx）には、電動旋回を禁止する禁止信号Ｓ2を出力する。電流二乗積算比率判定部７７Ｂは、電流二乗積算比率Ｒiscが電動旋回禁止比率Ｒxよりも小さいとき（Ｒisc＜Ｒx）には、禁止信号Ｓ2を出力しない。ここで、電動旋回禁止比率Ｒxは、例えば電流二乗積算比率Ｒiscの上限値Ｒisc2に設定されている。なお、電動旋回禁止比率Ｒxは、旋回電動モータ３３や蓄電装置３１の仕様等に基づいて、上限値Ｒisc2とは異なる値に設定してもよい。

[0165] 電動旋回禁止判定部７７Ｃは、禁止信号Ｓ1，Ｓ2のいずれかが出力されたときには、禁止判定（ＴＲＵＥ）を出力する。電動旋回禁止判定部７７Ｃは、禁止信号Ｓ1，Ｓ2の両方が出力されていないときには、許可判定（ＦＡＬＳＥ）を出力する。

[0166] 選択部７７Ｄは、電動旋回禁止判定部７７Ｃが禁止判定を出力したときには、旋回電動モータ配分出力Ｐer0として０を選択する。選択部７７Ｄは、電動旋回禁止判定部７７Ｃが許可判定を出力したときには、旋回電動モータ配分出力Ｐer0として旋回電動モータ最大出力Ｐer-maxを選択する。このとき、旋回電動モータ配分出力Ｐer0は、旋回電動モータ３３に配分可能な出力を示している。

[0167] 減算器７７Ｅは、旋回要求出力Ｐr1から旋回電動モータ配分出力Ｐer0を減

算し、この減算値を出力する。最大値選択部７７Ｆは、減算器７７Ｅからの出力と０とを比較する。最大値選択部７７Ｆは、減算器７７Ｅからの出力と０とのうち最大値を選択して、油圧旋回要求出力Ｐhr1として出力する。減算器７７Ｇは、旋回要求出力Ｐr1から油圧旋回要求出力Ｐhr1を減算し、この減算値を、旋回電動モータ出力指令Ｐerとして出力する。

[0168] 合計ポンプ出力演算部７８は、油圧旋回要求出力Ｐhr1と、ブーム要求出力Ｐbm1と、アーム要求出力Ｐam1と、バケット要求出力Ｐbk1とを加算する。合計ポンプ出力演算部７８は、これらの合計値をポンプ推定入力Ｐpとして出力する。

[0169] ポンプ推定入力演算部６１は、各レバー操作量ＯＡ等に基づいて、旋回基本出力Ｐr0と、ブーム基本出力Ｐbm0と、アーム基本出力Ｐam0と、バケット基本出力Ｐbk0とを推定する。ポンプ推定入力演算部６１は、エンジン最大出力Ｐe-maxと発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxとを合計した出力上限値Ｐmaxを超えない範囲で、旋回基本出力Ｐr0、ブーム基本出力Ｐbm0、アーム基本出力Ｐam0およびバケット基本出力Ｐbk0に応じて出力配分を調整し、旋回要求出力Ｐr1と、ブーム要求出力Ｐbm1と、アーム要求出力Ｐam1と、バケット要求出力Ｐbk1とを算出する。

[0170] ポンプ推定入力演算部６１は、旋回要求出力Ｐr1を油圧出力部分（油圧旋回要求出力Ｐhr1）と電動出力部分（旋回電動モータ出力指令Ｐer）とに分配する。このとき、ポンプ推定入力演算部６１は、旋回操作量（旋回レバー操作量ＯＡr）に応じて、旋回電動モータ３３の出力指令値（旋回電動モータ出力指令Ｐer）を計算する。なお、ポンプ推定入力演算部６１は、蓄電装置３１が許容する範囲で、旋回油圧モータ２６による旋回動作よりも、旋回電動モータ３３による旋回動作を優先させる。

[0171] ポンプ推定入力演算部６１は、ブーム要求出力Ｐbm1と、アーム要求出力Ｐam1と、バケット要求出力Ｐbk1と、油圧旋回要求出力Ｐhr1とを合計して、目標とする動作に必要とされるポンプ出力（ポンプ推定入力Ｐp）を計算する。なお、ポンプ推定入力Ｐpを計算するときには、ポンプ効率や補機負荷等も考

慮する。

[0172] ポンプ推定入力演算部６１は、出力上限値Ｐmax、蓄電率ＳＯＣ、電流二乗積算比率Ｒiscに基づいて、ポンプ推定入力Ｐpおよび旋回電動モータ出力指令Ｐerを低下させる。このため、ポンプ推定入力演算部６１で行われる計算は、蓄電率ＳＯＣの過度な減少や電流二乗積算比率Ｒiscの過度な増加に対して、それ以上の悪化を防ぐために、車体速度を低下させることに相当する。

[0173] 本実施の形態によるハイブリッド油圧ショベル１は上述のような構成を有する。次に、ＨＣＵ３６による蓄電装置３１の出力の制御内容について、図２０ないし図２３を参照しつつ説明する。なお、図２０ないし図２３中では、エンジン最大出力Ｐe-maxは８０ｋＷとしている。この値は、エンジン最大出力Ｐe-maxの一例を示したものであり、油圧ショベル１の仕様等によって適宜変更される。また、説明を簡略化するために、旋回動作は行わず、旋回電動モータ３３は力行と回生のいずれも実行しないものとする。

[0174] 第１に、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあり（例えばＲisc＝５０％）、蓄電率ＳＯＣが許容範囲を超えて目標値ＳＯＣ0を上回った（例えばＳＯＣ＝６７％）場合について、ＨＣＵ３６の制御内容を、図２０を参照して説明する。

[0175] この場合、ＨＣＵ３６の発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとに基づいて、フルパワーでの力行を要求する発電電動機要求出力Ｐmg1（例えば、Ｐmg1＝３０ｋＷ）を出力する。

[0176] 一方、蓄電率ＳＯＣは使用上限値ＳＯＣ2から離れているのに加え、電流二乗積算比率Ｒiscも上限値Ｒisc2から離れている。このため、ＨＣＵ３６の最大出力演算部５０は、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxによって、フルパワーでの力行を許可する。

[0177] ここで、ＨＣＵ３６の出力指令演算部６０は、操作量センサ９Ａ～１１Ａによって検出されたレバー操作量ＯＡに基づいて、例えば１００ｋＷのポンプ推定入力Ｐpを算出するものと仮定する。このとき、例えば、発電電動機要求出力Ｐmg1が０ｋＷであれば、発電電動機２７は、ポンプ推定入力Ｐp（Ｐp

＝１００ｋＷ）とエンジン最大出力Ｐe-max（Ｐe-max＝８０ｋＷ）との差分である２０ｋＷの力行動作を行えば足りる。

[0178] これに対し、発電電動機要求出力演算部４０は、フルパワーでの力行を要求している（Ｐmg1＝３０ｋＷ）。これに加え、最大出力演算部５０は、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxによって、フルパワーでの力行を許可している。このため、出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力Ｐmg1に基づいて、フルパワーで発電電動機２７を力行動作させる。これにより、ポンプ推定入力Ｐpが確保されるから、車体速度は、維持される。これに加え、発電電動機２７はフルパワーで力行動作するから、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、基準値に向けて速やかに低下する。

[0179] 一方、電流二乗積算比率Ｒiscは、中間値Ｒisc0よりも上昇して許容範囲から一時的に逸脱する可能性がある。しかしながら、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に近付くに従って、発電電動機要求出力演算部４０による力行要求は、その出力値が低下する。このため、電流二乗積算比率Ｒiscの上昇は、徐々に解消させる。

[0180] 第２に、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲を超えて上昇し（例えばＲisc＝８０％）、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内で目標値ＳＯＣ0を上回った（例えばＳＯＣ＝５５％）場合について、ＨＣＵ３６の制御内容を、図２１を参照して説明する。

[0181] この場合、ＨＣＵ３６の発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとに基づいて、ハーフパワーでの力行を要求する発電電動機要求出力Ｐmg1（例えば、Ｐmg1＝１０ｋＷ）を出力する。

[0182] 一方、蓄電率ＳＯＣは使用上限値ＳＯＣ2から離れている。これに加え、電流二乗積算比率Ｒiscも、出力が制限されるまで上限値Ｒisc2に近付いていない（Ｒisc＜ｂ1）。このため、ＨＣＵ３６の最大出力演算部５０は、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxによって、フルパワーでの力行を許可する。

[0183] ここで、ＨＣＵ３６の出力指令演算部６０は、操作量センサ９Ａ～１１Ａによって検出されたレバー操作量ＯＡに基づいて、例えば１００ｋＷのポン

プ推定入力Ｐpを算出するものと仮定する。このとき、発電電動機要求出力演算部４０は、ハーフパワーでの力行を要求している（Ｐmg1＝１０ｋＷ）。これに加え、最大出力演算部５０は、発電電動機最大力行出力Ｐmgm-maxによって、フルパワーでの力行を許可している。

[0184] このため、出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力Ｐmg1を超えて、ポンプ推定入力ＰpとエンジンＰe-maxとの差分（２０ｋＷ）に基づいて、発電電動機２７を力行動作させる。これにより、ポンプ推定入力Ｐpが確保されるから、車体速度は、維持される。

[0185] これに加え、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0に向けて低下するが、必要以上に低下する可能性がある。また、仮に、旋回動作が加わったときには、旋回電動モータ３３からの回生電力が蓄電装置３１に供給されて、蓄電率ＳＯＣが上昇する可能性もある。このため、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、許容範囲から逸脱する可能性がある。

[0186] しかしながら、車体の走行や作業が停止されると、ポンプ推定入力Ｐpがエンジン最大出力Ｐe-maxよりも低下する。これにより、ＨＣＵ３６は、発電電動機要求出力Ｐmg1に基づいて発電電動機２７の動作を制御するから、蓄電率ＳＯＣは、徐々に目標値ＳＯＣ0に収束する。

[0187] 第３に、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあり（例えばＲisc＝５０％）、蓄電率ＳＯＣが許容範囲を超えて目標値ＳＯＣ0を下回った（例えばＳＯＣ＝３３％）場合について、ＨＣＵ３６の制御内容を、図２２を参照して説明する。

[0188] この場合、ＨＣＵ３６の発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとに基づいて、フルパワーでの発電を要求する発電電動機要求出力Ｐmg1（例えば、Ｐmg1＝－３０ｋＷ）を出力する。

[0189] 一方、蓄電率ＳＯＣは使用下限値ＳＯＣ1から離れているのに加え、電流二乗積算比率Ｒiscも上限値Ｒisc2から離れている。このため、ＨＣＵ３６の最大出力演算部５０は、発電電動機最大発電出力Ｐmgg-maxによって、フルパワーでの発電を許可する。

[0190] ここで、ＨＣＵ３６の出力指令演算部６０は、操作量センサ９Ａ～１１Ａによって検出されたレバー操作量ＯＡに基づいて、例えば６０ｋＷのポンプ推定入力Ｐpを算出するものと仮定する。このとき、出力指令演算部６０は、ポンプ推定入力Ｐpの確保を優先させる。このため、ポンプ推定入力Ｐｐ（Ｐｐ＝６０ｋＷ）とエンジン最大出力Ｐe-max（Ｐe-max＝８０ｋＷ）との差分である－２０ｋＷが、発電可能な出力である。

[0191] このため、出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力Ｐmg1の一部である－２０ｋＷで発電電動機２７を発電動作させる。これにより、ポンプ推定入力Ｐpが確保されるから、車体速度は、維持される。これに加え、発電電動機２７は発電動作するから、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、基準値に向けて上昇する。

[0192] 一方、電流二乗積算比率Ｒiscは、中間値Ｒisc0よりも上昇して許容範囲から一時的に逸脱する可能性がある。しかしながら、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に近付くに従って、発電電動機要求出力演算部４０による発電要求は、その出力値が低下する。このため、電流二乗積算比率Ｒiscの上昇は、徐々に解消させる。

[0193] 第４に、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲を超えて上昇し（例えばＲisc＝８０％）、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内で目標値ＳＯＣ0を下回った（例えばＳＯＣ＝４５％）場合について、ＨＣＵ３６の制御内容を、図２３を参照して説明する。

[0194] この場合、ＨＣＵ３６の発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとに基づいて、ハーフパワーでの発電を要求する発電電動機要求出力Ｐmg1（例えば、Ｐmg1＝－１０ｋＷ）を出力する。

[0195] 一方、蓄電率ＳＯＣは使用下限値ＳＯＣ1から離れている。これに加え、電流二乗積算比率Ｒiscも、出力が制限されるまで上限値Ｒisc2に近付いていない（Ｒisc＜ｂ1）。このため、ＨＣＵ３６の最大出力演算部５０は、発電電動機最大力行出力Ｐmgg-maxによって、フルパワーでの発電を許可する。

[0196] ここで、ＨＣＵ３６の出力指令演算部６０は、操作量センサ９Ａ～１１Ａ

によって検出されたレバー操作量ＯＡに基づいて、例えば１００ｋＷのポンプ推定入力Ｐpを算出するものと仮定する。このとき、出力指令演算部６０は、ポンプ推定入力Ｐpの確保を優先させる。

[0197] このため、出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力Ｐmg1に基づく発電は行わず、ポンプ推定入力Ｐpとエンジン最大出力Ｐe-maxとの差分（２０ｋＷ）に基づいて、発電電動機２７を力行動作させる。これにより、ポンプ推定入力Ｐpが確保されるから、車体速度は、維持される。

[0198] このとき、発電電動機２７は、発電電動機要求出力Ｐmg1に反して、力行動作する。このため、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、目標値ＳＯＣ0を下回った状態からさらに低下する。この結果、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣは、許容範囲から逸脱する可能性がある。

[0199] しかしながら、車体の走行や作業が停止されると、ポンプ推定入力Ｐpがエンジン最大出力Ｐe-maxよりも低下する。これにより、ＨＣＵ３６は、発電電動機要求出力Ｐmg1に基づいて発電電動機２７の動作を制御するから、蓄電率ＳＯＣは、徐々に目標値ＳＯＣ0に収束する。

[0200] かくして、本実施の形態によれば、蓄電装置３１の状態を表す蓄電率ＳＯＣ（第１の指標）と電流二乗積算比率Ｒisc（第２の指標）とを検出するＢＣＵ３２（蓄電装置状態検出部）を備えている。また、ＨＣＵ３６は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとに応じた蓄電装置３１の出力を要求する発電電動機要求出力演算部４０と、発電電動機要求出力演算部４０からの発電電動機要求出力Ｐmg1に基づいて、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとのいずれも限界値（使用下限値ＳＯＣ1、使用上限値ＳＯＣ2、上限値Ｒisc2）を超えないように、蓄電装置３１の出力を制御する最大出力演算部５０および出力指令演算部６０とを有する。

[0201] このとき、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscの両方が許容範囲内にあるときには、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscの両方が許容範囲から逸脱しないように、蓄電装置３１の出力を要求する。

[0202] また、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが許容範囲を超えて基準値（目標値ＳＯＣ0）から逸脱し、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にあるときには、電流二乗積算比率Ｒiscが基準値（中間値Ｒisc0）から逸脱するのを許容して、蓄電率ＳＯＣが基準値（目標値ＳＯＣ0）に近付くように蓄電装置３１の出力を要求する。同様に、発電電動機要求出力演算部４０は、電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲を超えて基準値（中間値Ｒisc0）から逸脱し、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にあるときには、蓄電率ＳＯＣが基準値（目標値ＳＯＣ0）から逸脱するのを許容して、電流二乗積算比率Ｒiscが基準値（中間値Ｒisc0）に近付くように蓄電装置３１の出力を要求する。

[0203] これに加え、最大出力演算部５０および出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力演算部４０からの発電電動機要求出力Ｐmg1に基づいて、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscとのいずれも限界値（使用下限値ＳＯＣ1、使用上限値ＳＯＣ2、上限値Ｒisc2）を超えないように、蓄電装置３１の出力を制御する。

[0204] このように、ＨＣＵ３６は、発電電動機２７の力行動作と発電動作が蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscの両方に、どのように作用するかを考慮して、蓄電装置３１の出力を制御する。これにより、蓄電率ＳＯＣと電流二乗積算比率Ｒiscのどちらかが突出して悪化する場面が減少し、蓄電装置３１を有効活用することができる。これにより、２つの指標に基づいて蓄電装置３１の劣化抑制を行うことができると共に、蓄電装置３１の適切な利用が可能になる。この結果、車体速度の低下を抑制することができ、オペレータに操作ストレスや違和感を与える機会を低減することができる。

[0205] また、発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0を下回り、かつ電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にある場合に、発電電動機２７に発電を要求する発電要求部４０Ａを有する。このため、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも低い場合には、ＨＣＵ３６は、エンジン２１の出力を優先的に作業に使用しながら、発電可能な余力がエンジン２１に生じたときに、発電電動機２７を発電動作させる。これにより、可能な

限り作業に影響を与えずに、蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に向けて上昇させることができる。

[0206] 発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0を上回り、かつ電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内にある場合に、発電電動機２７に力行を要求する力行要求部４０Ｂを有する。このため、蓄電装置３１の蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0よりも高い場合には、ＨＣＵ３６は、作業用の出力を確保した状態で、発電電動機２７を力行動作させる。これにより、何らかの原因で蓄電装置３１が充電過多となった場合でも、作業を継続して、蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に向けて低下させることができる。

[0207] 発電電動機要求出力演算部４０は、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2に近付くに従って出力を低下させて発電電動機２７に発電または力行を要求させる電流二乗積算比率要求出力演算部４３をさらに有する。これにより、ＨＣＵ３６は、蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に近付けるときに、電流二乗積算比率Ｒiscが過度に増加しないように、発電電動機２７の発電出力または力行出力を調整することができる。

[0208] 発電要求部４０Ａは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にある場合に比べて、出力を低下させて発電要求を行う発電出力低下要求部４２Ａ2を有する。また、力行要求部４０Ｂは、蓄電率ＳＯＣが許容範囲内にある場合に、蓄電率ＳＯＣが許容範囲外にある場合に比べて、出力を低下させて力行要求を行う力行出力低下要求部４２Ｂ2を有する。このため、蓄電率ＳＯＣが目標値ＳＯＣ0に収束するように発電出力や力行出力を低下させた状態で発電電動機２７を動作させることができる。これにより、車体の非操作時に、安定して蓄電率ＳＯＣを目標値ＳＯＣ0に留めることができる。

[0209] 最大出力演算部５０は、蓄電率ＳＯＣが使用下限値ＳＯＣ1に到達した場合に、発電電動機２７の力行を禁止する力行禁止部（蓄電率力行制限ゲイン演算部５２Ａ）と、蓄電率ＳＯＣが使用上限値ＳＯＣ2に到達した場合に、発電電動機２７の発電を禁止する発電禁止部（蓄電率発電制限ゲイン演算部５２

Ｂ）とをさらに有する。これにより、蓄電装置３１の過度な充電や放電を抑制することができる。

[0210] 最大出力演算部５０は、電流二乗積算比率Ｒiscが上限値Ｒisc2に到達した場合は、発電電動機２７の力行と発電を禁止する力行発電禁止部（電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部５２Ｃ）を有する。これにより、蓄電装置３１の過度な使用を抑制して、蓄電装置３１の寿命を向上することができる。

[0211] 出力指令演算部６０は、発電電動機要求出力演算部４０からの出力の要求（発電電動機要求出力Ｐmg1）に加えて、操作量センサ９Ａ～１１Ａによって検出したレバー操作量ＯＡに基づいて、蓄電装置３１の出力を制御する。このため、出力指令演算部６０は、蓄電装置３１が許容する限り、レバー操作量ＯＡに応じた出力を優先させて、蓄電装置３１の出力を制御することができる。このため、車体速度の低下を抑制して、オペレータへの操作ストレスや違和感を軽減することができる。出力指令演算部６０は、レバー操作量ＯＡに応じた出力を確保した上で、できるだけ発電電動機要求出力Ｐmg1が供給されるように、発電電動機２７を制御する。このため、蓄電率ＳＯＣおよび電流二乗積算比率Ｒiscが許容範囲内となるように、蓄電装置３１を制御することができ、蓄電装置３１の劣化を抑制して、蓄電装置３１の有効利用が可能になる。

[0212] なお、前記実施の形態では、第２の指標が蓄電装置３１の現在から過去一定時間の電流二乗積算値（電流二乗積算比率Ｒisc）である場合を例に挙げて説明した。本発明はこれに限らず、第２の指標は蓄電装置の温度でもよい。この場合、常温（例えば２５℃）を温度の基準値とし、上限値（例えば６０℃）と下限値（例えば－２０℃）を温度の限界値とする。また、上限値と下限値との間で、適切な範囲（例えば－１０℃～５０℃）を温度の許容範囲とする。ＨＣＵ３６には、蓄電装置３１の温度が入力される。ＨＣＵ３６の発電電動機要求出力演算部４０は、蓄電装置３１の温度に基づいて、蓄電装置３１の出力の要求を演算する。

[0213] 前記実施の形態では、エンジン２１の最大出力を油圧ポンプ２３の最大動

力よりも小さくしたが、エンジン２１の最大出力は、油圧ショベル１の仕様等に応じて適宜設定される。このため、エンジン２１の最大出力は、油圧ポンプ２３の最大動力と同程度でもよく、油圧ポンプ２３の最大動力よりも大きくてもよい。

[0214] 前記実施の形態では、蓄電装置３１にリチウムイオンバッテリを使用した例で説明したが、必要な電力を供給可能な二次電池（例えばニッケルカドミウムバッテリ、ニッケル水素バッテリ）やキャパシタを採用してもよい。また、蓄電装置と直流母線との間にＤＣ－ＤＣコンバータ等の昇降圧装置を設けてもよい。

[0215] 前記実施の形態では、ハイブリッド建設機械としてクローラ式のハイブリッド油圧ショベル１を例に挙げて説明した。本発明はこれに限らず、エンジンと油圧ポンプに連結された発電電動機と、蓄電装置とを備えたハイブリッド建設機械であればよく、例えばホイール式のハイブリッド油圧ショベル、ハイブリッドホイールローダ等の各種の建設機械に適用可能である。

## 符号の説明

[0216] １　ハイブリッド油圧ショベル（ハイブリッド建設機械）
２　下部走行体
４　上部旋回体
９Ａ～１１Ａ　操作量センサ（操作量検出部）
１２　作業装置
１２Ｄ　ブームシリンダ（油圧アクチュエータ）
１２Ｅ　アームシリンダ（油圧アクチュエータ）
１２Ｆ　バケットシリンダ（油圧アクチュエータ）
２１　エンジン
２３　油圧ポンプ
２５　走行油圧モータ（油圧アクチュエータ）
２６　旋回油圧モータ（油圧アクチュエータ）
２７　発電電動機

３１　蓄電装置

３２　バッテリコントロールユニット（蓄電装置状態検出部）

３３　旋回電動モータ（旋回電動機）

３６　ハイブリッドコントロールユニット（コントローラ）

４０　発電電動機要求出力演算部（出力要求部）

４０Ａ　発電要求部

４０Ｂ　力行要求部

４２Ａ2　発電出力低下要求部

４２Ｂ2　力行出力低下要求部

４３Ｂ　出力低下要求部

５０　最大出力演算部（出力制御部）

５２　発電電動機出力制限ゲイン演算部

５２Ａ　蓄電率力行制限ゲイン演算部（力行禁止部）

５２Ｂ　蓄電率発電制限ゲイン演算部（発電禁止部）

５２Ｃ　電流二乗積算比率出力制限ゲイン演算部（力行発電禁止部）

６０　出力指令演算部（出力制御部）

# 請求の範囲

[請求項1] エンジンと、

前記エンジンに機械的に接続された発電電動機と、

前記発電電動機を発電作用させたときに充電し、前記発電電動機を力行作用させたときに放電する蓄電装置と、

前記エンジンおよび前記発電電動機のトルクで駆動する油圧ポンプと、

前記油圧ポンプからの圧油によって駆動する複数の油圧アクチュエータと、

前記エンジンおよび前記蓄電装置の出力を制御するコントローラとを備えるハイブリッド建設機械において、

前記蓄電装置の状態を表し、基準値および限界値が個別に定められた第１の指標および第２の指標を検出する蓄電装置状態検出部をさらに備え、

前記コントローラは、

前記第１の指標と前記第２の指標が前記基準値を含む予め決められた許容範囲内にあるときに、前記第１の指標と前記第２の指標が前記許容範囲から逸脱しないように前記蓄電装置の出力を要求し、前記第１の指標と前記第２の指標のいずれか一方が前記許容範囲を超えて前記基準値から逸脱したときに、他方の指標が前記基準値から逸脱するのを許容して、一方の指標が前記基準値に近付くように前記蓄電装置の出力を要求する出力要求部と、

前記出力要求部からの出力の要求に基づいて、前記第１の指標と前記第２の指標のいずれも前記限界値を超えないように前記蓄電装置の出力を制御する出力制御部とを有することを特徴とするハイブリッド建設機械。

[請求項2] 前記第１の指標は前記蓄電装置の蓄電量であり、

前記出力要求部は、前記蓄電量が前記基準値を下回り、かつ前記第

２の指標が前記許容範囲内にある場合に前記発電電動機に発電を要求する発電要求部と、

前記蓄電量が前記基準値を上回り、かつ前記第２の指標が前記許容範囲内にある場合に前記発電電動機に力行を要求する力行要求部とを有することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項3] 前記出力要求部は、前記第２の指標が前記限界値に近付くに従って出力を低下させて前記発電電動機に発電または力行を要求する出力低下要求部をさらに有することを特徴とする請求項２に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項4] 前記発電要求部は、前記蓄電量が前記許容範囲内にある場合に、前記蓄電量が前記許容範囲外にある場合に比べて出力を低下させて発電要求を行う発電出力低下要求部を有し、

前記力行要求部は、前記蓄電量が前記許容範囲内にある場合に、前記蓄電量が前記許容範囲外にある場合に比べて出力を低下させて力行要求を行う力行出力低下要求部を有することを特徴とする請求項２に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項5] 前記蓄電量の前記限界値は予め定められた使用下限値と使用上限値であり、

前記出力制御部は、前記蓄電量が前記使用下限値に到達した場合に前記発電電動機の力行を禁止する力行禁止部と、

前記蓄電量が前記使用上限値に到達した場合に前記発電電動機の発電を禁止する発電禁止部とを有することを特徴とする請求項２に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項6] 前記出力制御部は、前記第２の指標が前記限界値に到達した場合は前記発電電動機の力行と発電をいずれも禁止する力行発電禁止部を有することを特徴とする請求項２に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項7] 複数の前記油圧アクチュエータを駆動させる操作量を検出する操作量検出部をさらに備え、

前記出力制御部は、前記出力要求部からの出力の要求に加えて、前記操作量検出部によって検出した操作量に基づいて、前記蓄電装置の出力を制御することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項8] 前記第２の指標は、前記蓄電装置の現在から過去一定時間の電流二乗積算値であることを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項9] 前記第２の指標は、前記蓄電装置の温度であることを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

補正された請求の範囲
[2017年9月27日(27.09.2017) 国際事務局受理]

[請求項1] （補正後） エンジンと、

前記エンジンに機械的に接続された発電電動機と、

前記発電電動機を発電作用させたときに充電し、前記発電電動機を力行作用させたときに放電する蓄電装置と、

前記エンジンおよび前記発電電動機のトルクで駆動する油圧ポンプと、

前記油圧ポンプからの圧油によって駆動する複数の油圧アクチュエータと、

前記蓄電装置の状態を表し、基準値および限界値が個別に定められた第１の指標である蓄電量および第２の指標である電流二乗積算値を検出する蓄電装置状態検出部と、

前記エンジンおよび前記蓄電装置の出力を制御するコントローラとを備えるハイブリッド建設機械において、

前記コントローラは、

前記蓄電量と前記電流二乗積算値が前記基準値を含む予め決められた許容範囲内にあるときに、前記蓄電量と前記電流二乗積算値が前記許容範囲から逸脱しないように前記蓄電装置の出力を要求し、前記蓄電量と前記電流二乗積算値のいずれか一方が前記許容範囲を超えて前記基準値から逸脱したときに、他方の指標が前記基準値から逸脱するのを許容して、一方の指標が前記基準値に近付くように前記蓄電装置の出力を要求する出力要求部と、

前記出力要求部からの出力の要求に基づいて、前記蓄電量と前記電流二乗積算値のいずれも前記限界値を超えないように前記蓄電装置の出力を制御する出力制御部とを有し、

前記出力要求部は、前記蓄電量が前記基準値を下回り、かつ前記電流二乗積算値が前記許容範囲内にある場合に前記発電電動機に発電を要求する発電要求部と、

前記蓄電量が前記基準値を上回り、かつ前記電流二乗積算値が前記許容範囲内にある場合に前記発電電動機に力行を要求する力行要求部とを有することを特徴とするハイブリッド建設機械。

[請求項2] （削除）

[請求項3] （補正後） 前記出力要求部は、前記電流二乗積算値が前記限界値に近付くに従って出力を低下させて前記発電電動機に発電または力行を要求する出力低下要求部をさらに有することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項4] （補正後） 前記発電要求部は、前記蓄電量が前記許容範囲内にある場合に、前記蓄電量が前記許容範囲外にある場合に比べて出力を低下させて発電要求を行う発電出力低下要求部を有し、

前記力行要求部は、前記蓄電量が前記許容範囲内にある場合に、前記蓄電量が前記許容範囲外にある場合に比べて出力を低下させて力行要求を行う力行出力低下要求部を有することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項5] （補正後） 前記蓄電量の前記限界値は予め定められた使用下限値と使用上限値であり、

前記出力制御部は、前記蓄電量が前記使用下限値に到達した場合に前記発電電動機の力行を禁止する力行禁止部と、

前記蓄電量が前記使用上限値に到達した場合に前記発電電動機の発電を禁止する発電禁止部とを有することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項6] （補正後） 前記出力制御部は、前記電流二乗積算値が前記限界値に到達した場合は前記発電電動機の力行と発電をいずれも禁止する力行発電禁止部を有することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項7] 複数の前記油圧アクチュエータを駆動させる操作量を検出する操作量検出部をさらに備え、

前記出力制御部は、前記出力要求部からの出力の要求に加えて、前記操作量検出部によって検出した操作量に基づいて、前記蓄電装置の出力を制御することを特徴とする請求項１に記載のハイブリッド建設機械。

[請求項8] （削除）

[請求項9] （削除）

# 条約第１９条（１）に基づく説明書

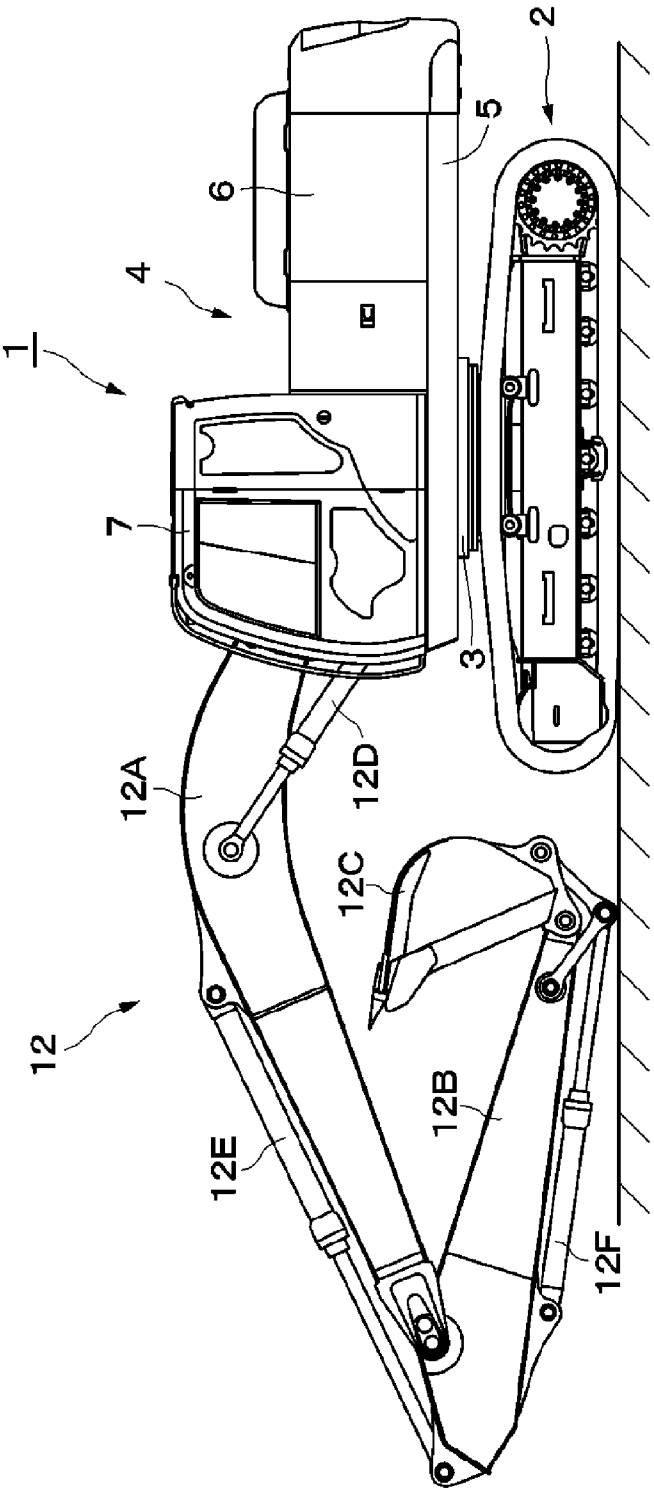
国際調査機関の見解書によると、請求項１－９に係る発明は、国際調査報告で引用された文献１（JP2015-214174A）、文献２（JP2011-79444A）および文献３（JP2006-149181A）により進歩性を有しない、という認定である。

そこで、新たな請求項１は、出願当初の請求項１，２，８を合併した。

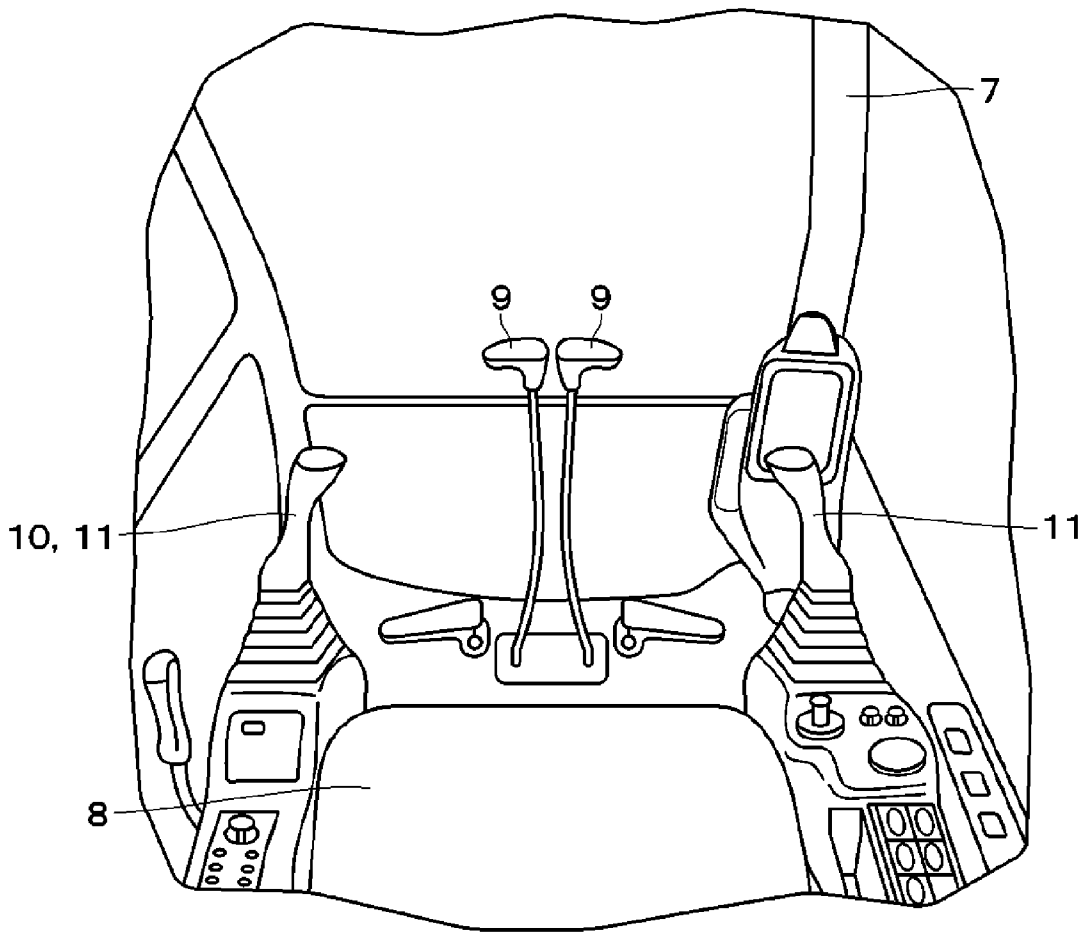
新たな請求項１の発明では、出力要求部は、蓄電量が基準値を下回り、かつ電流二乗積算値が許容範囲内にある場合に発電電動機に発電を要求する発電要求部と、蓄電量が基準値を上回り、かつ電流二乗積算値が許容範囲内にある場合に発電電動機に力行を要求する力行要求部とを有する。

このような本願発明の技術的特徴事項は、文献１－３のいずれにも開示されていない。

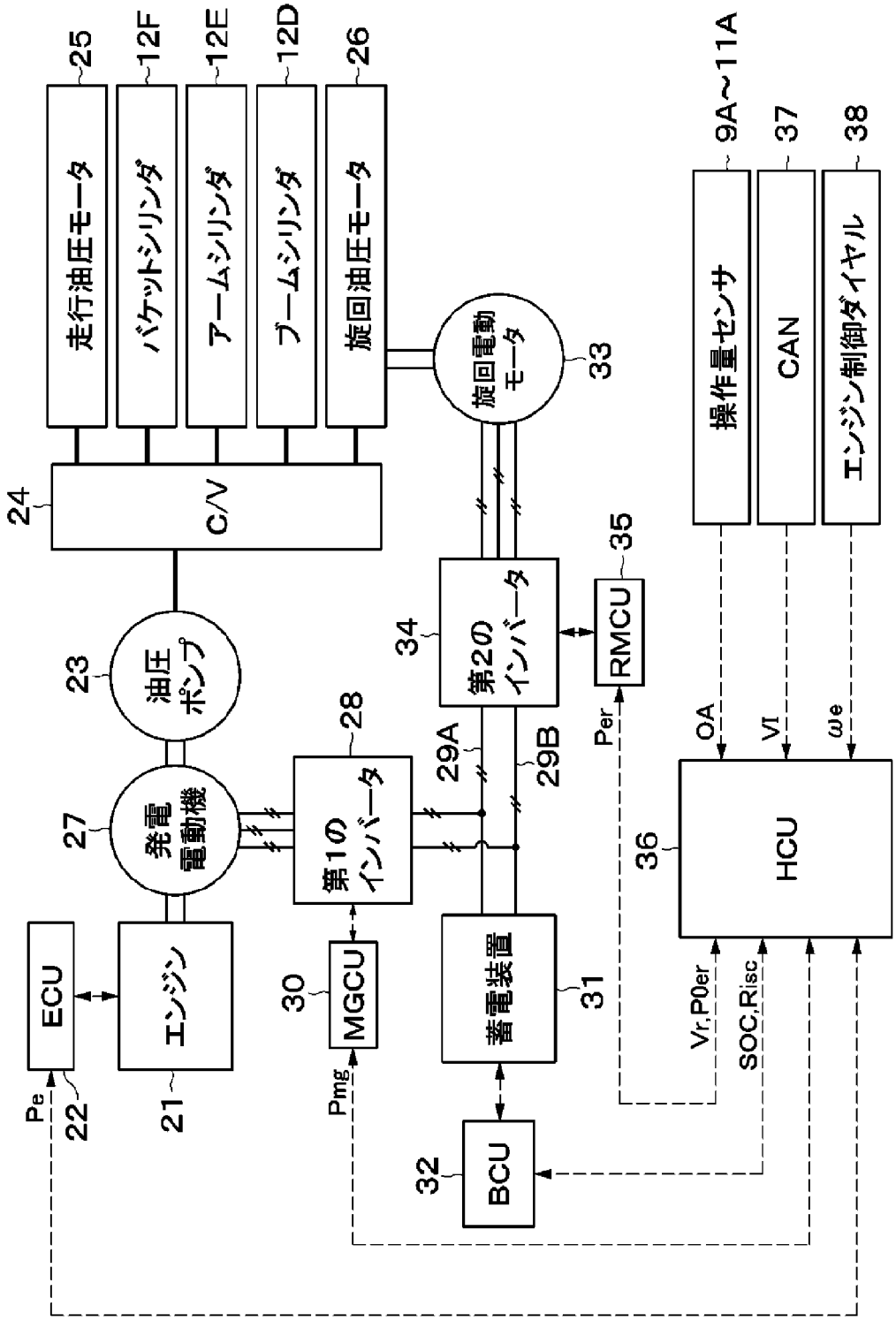
[図1]



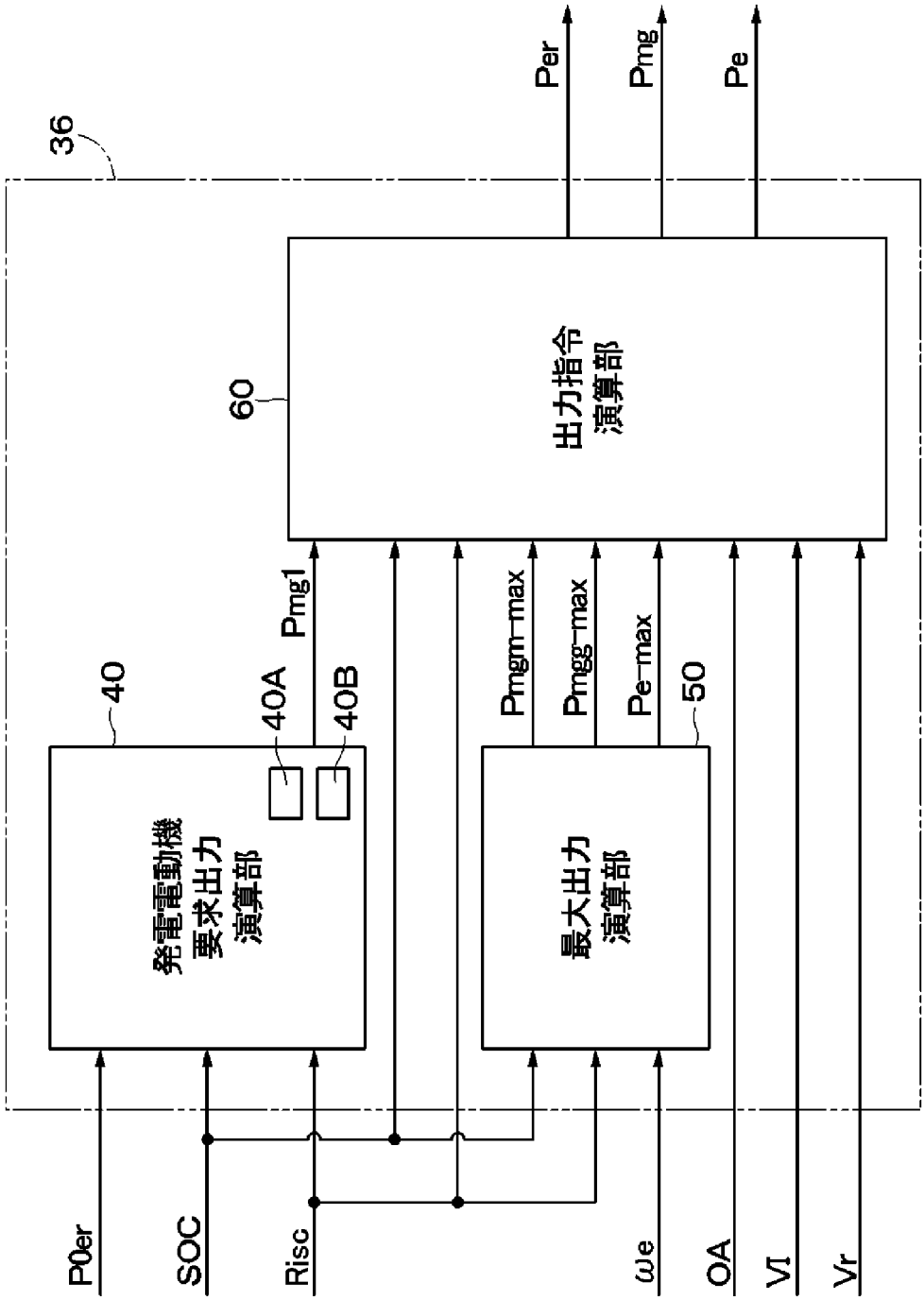
[図2]



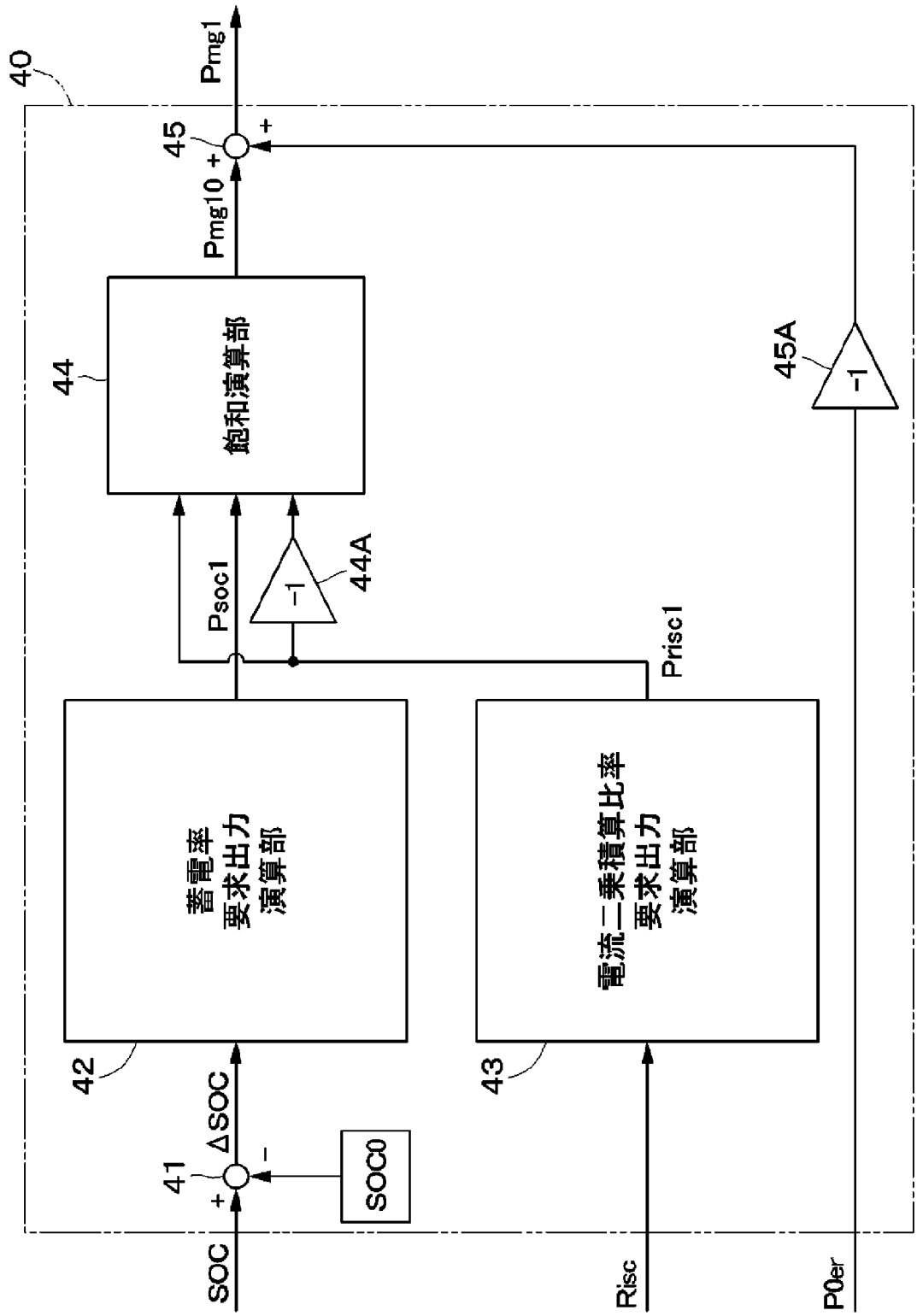
[図3]


走行油圧モータ
25
バケットシリンダ
12F
アームシリンダ
12E
ブームシリンダ
12D
旋回油圧モータ
26
旋回電動モータ
33
操作量センサ
9A～11A
CAN
37
エンジン制御ダイヤル
38
C/V
24
油圧ポンプ
23
第2のインバータ
34
RMCU
35
発電電動機
27
第1のインバータ
28
29A
29B
Per
OA
VI
ωe
HCU
36
ECU
エンジン
MGCU
30
蓄電装置
31
Vr,P0er
SOC,Risc
Pe
22
21
Pmg
BCU
32

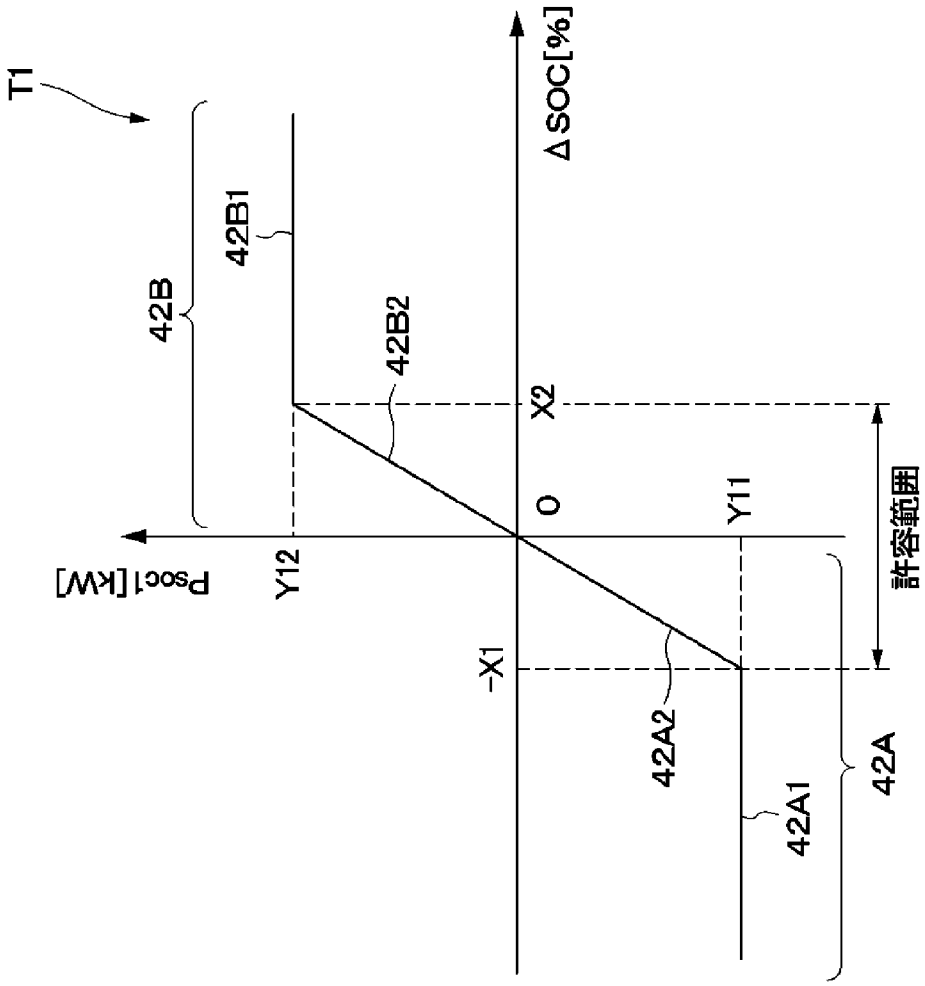
[図4]


36
Per
Pmg
Pe
60
出力指令
演算部
Pmg1
Pmgm-max
Pmgg-max
Pe-max
40
40A
40B
50
発電電動機
要求出力
演算部
最大出力
演算部
P0er
SOC
Risc
ωe
OA
VI
Vr

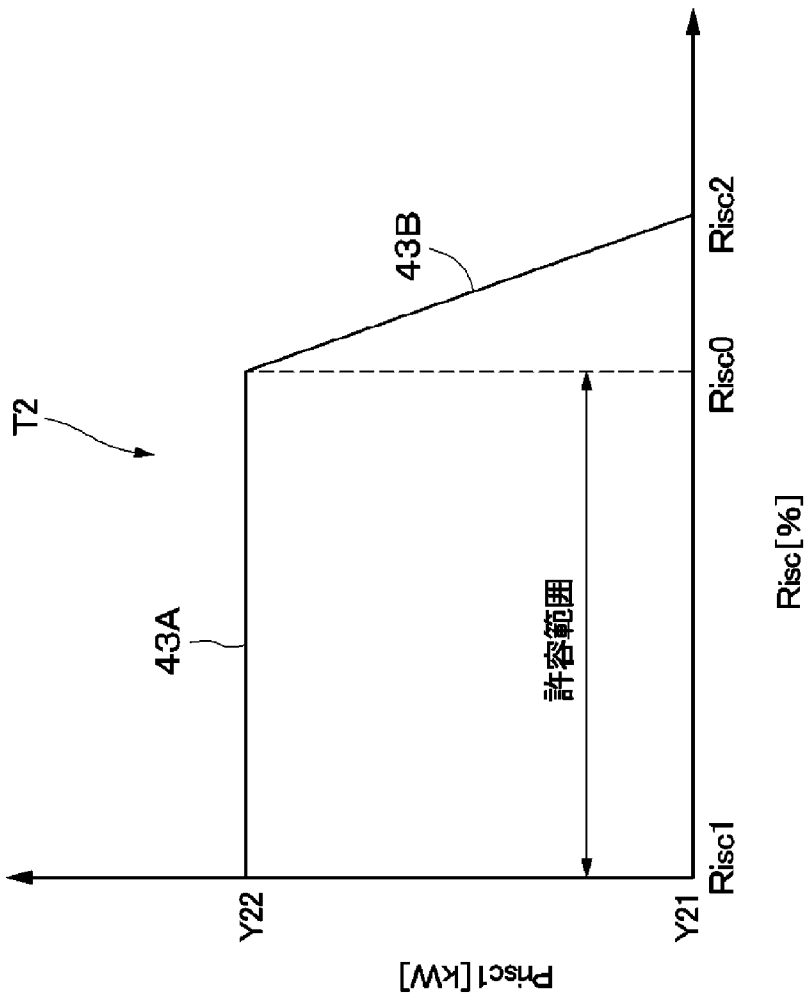
[図5]


40
Pmg1
45
+
+
Pmg10
44
飽和演算部
45A
-1
Psoc1
-1
44A
Prisc1
蓄電率
要求出力
演算部
電流二乗積算比率
要求出力
演算部
42
43
ΔSOC
41
+
-
SOC0
SOC
Risc
P0er

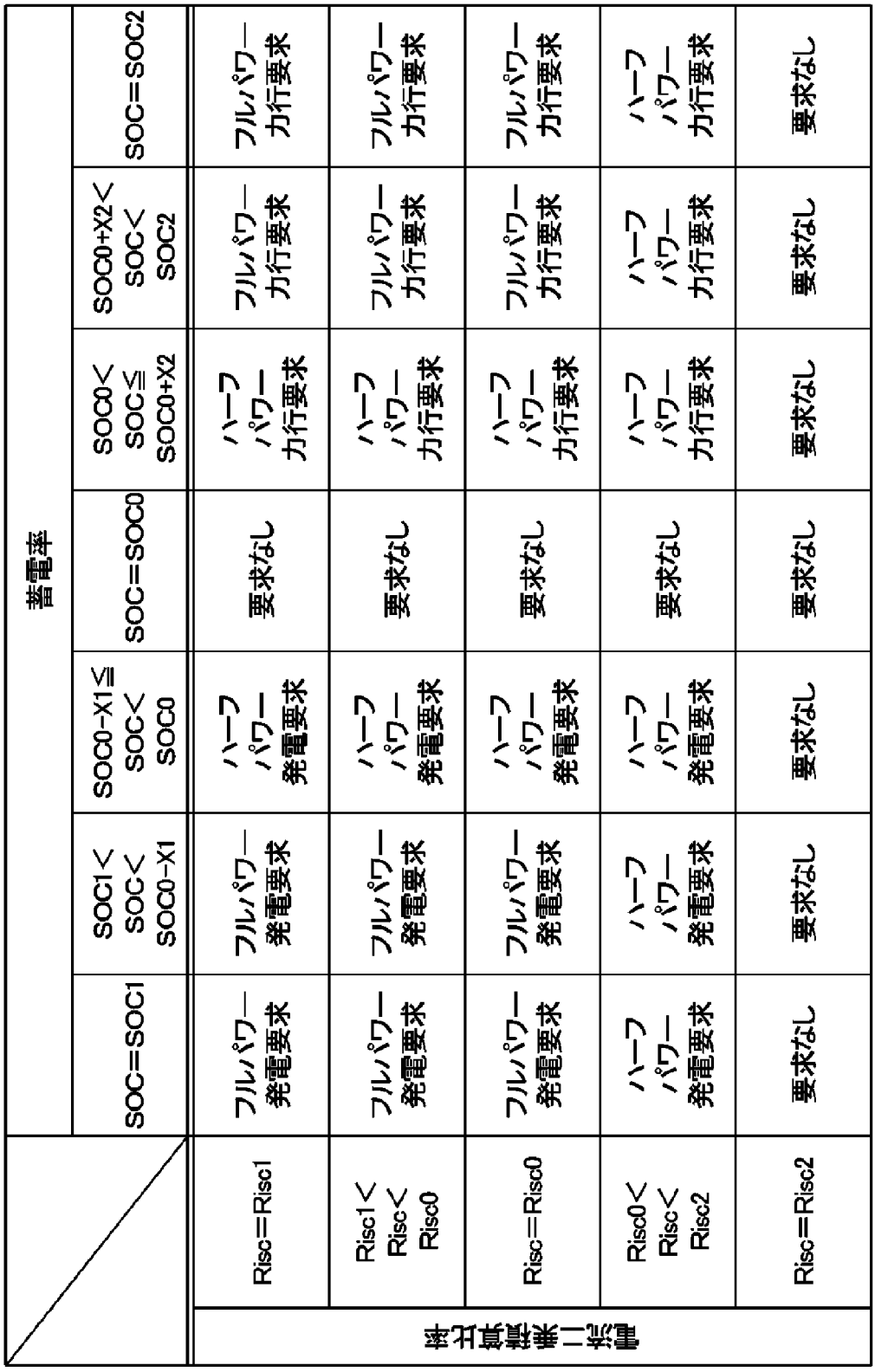
[図6]


T1
ΔSOC[%]
42B1
42B
42B2
X2
O
Y11
Y12
Psoc1[kW]
許容範囲
-X1
42A2
42A1
42A

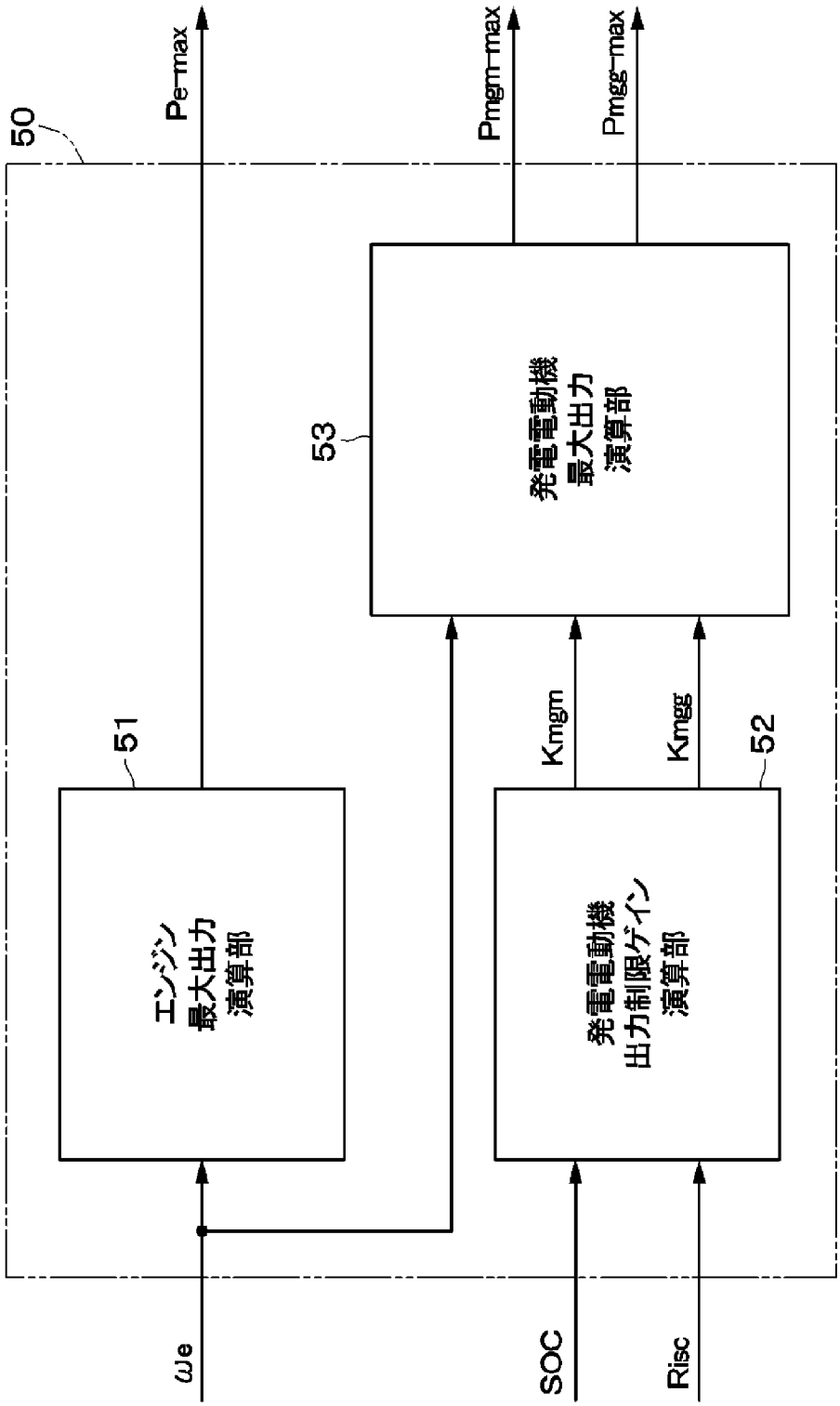
[図7]



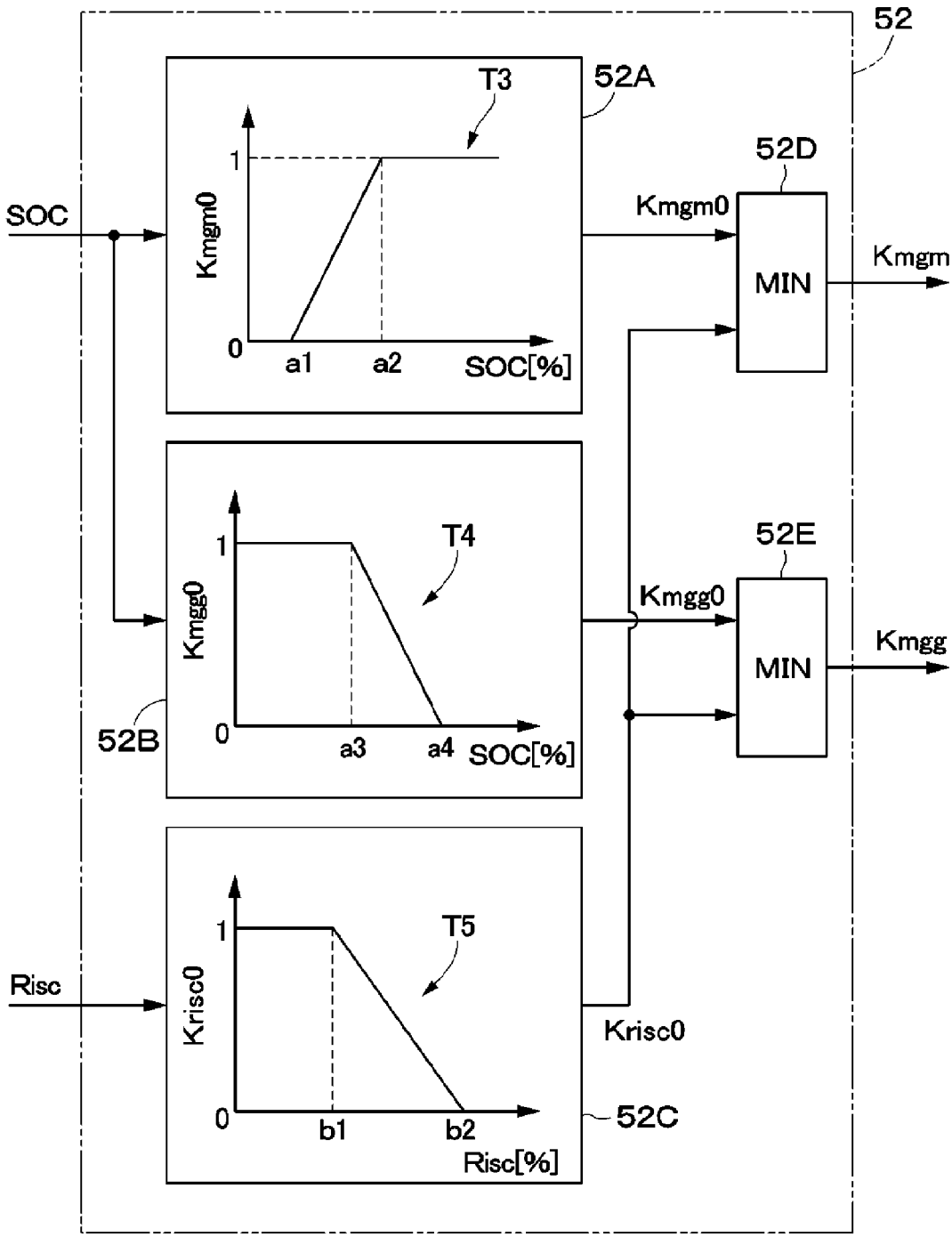
[図8]


蓄電率
SOC=SOC1
SOC1＜SOC＜SOC0−X1
SOC0−X1≦SOC＜SOC0
SOC=SOC0
SOC0＜SOC≦SOC0+X2
SOC0+X2＜SOC＜SOC2
SOC=SOC2
電流二乗積算比率
Risc=Risc1
フルパワー発電要求
フルパワー発電要求
ハーフパワー発電要求
要求なし
ハーフパワー力行要求
フルパワー力行要求
Risc1＜Risc＜Risc0
フルパワー発電要求
フルパワー発電要求
ハーフパワー発電要求
要求なし
ハーフパワー力行要求
フルパワー力行要求
Risc=Risc0
フルパワー発電要求
フルパワー発電要求
ハーフパワー発電要求
要求なし
ハーフパワー力行要求
フルパワー力行要求
Risc0＜Risc＜Risc2
ハーフパワー発電要求
ハーフパワー発電要求
ハーフパワー発電要求
要求なし
ハーフパワー力行要求
ハーフパワー力行要求
Risc=Risc2
要求なし
要求なし
要求なし
要求なし
要求なし
要求なし

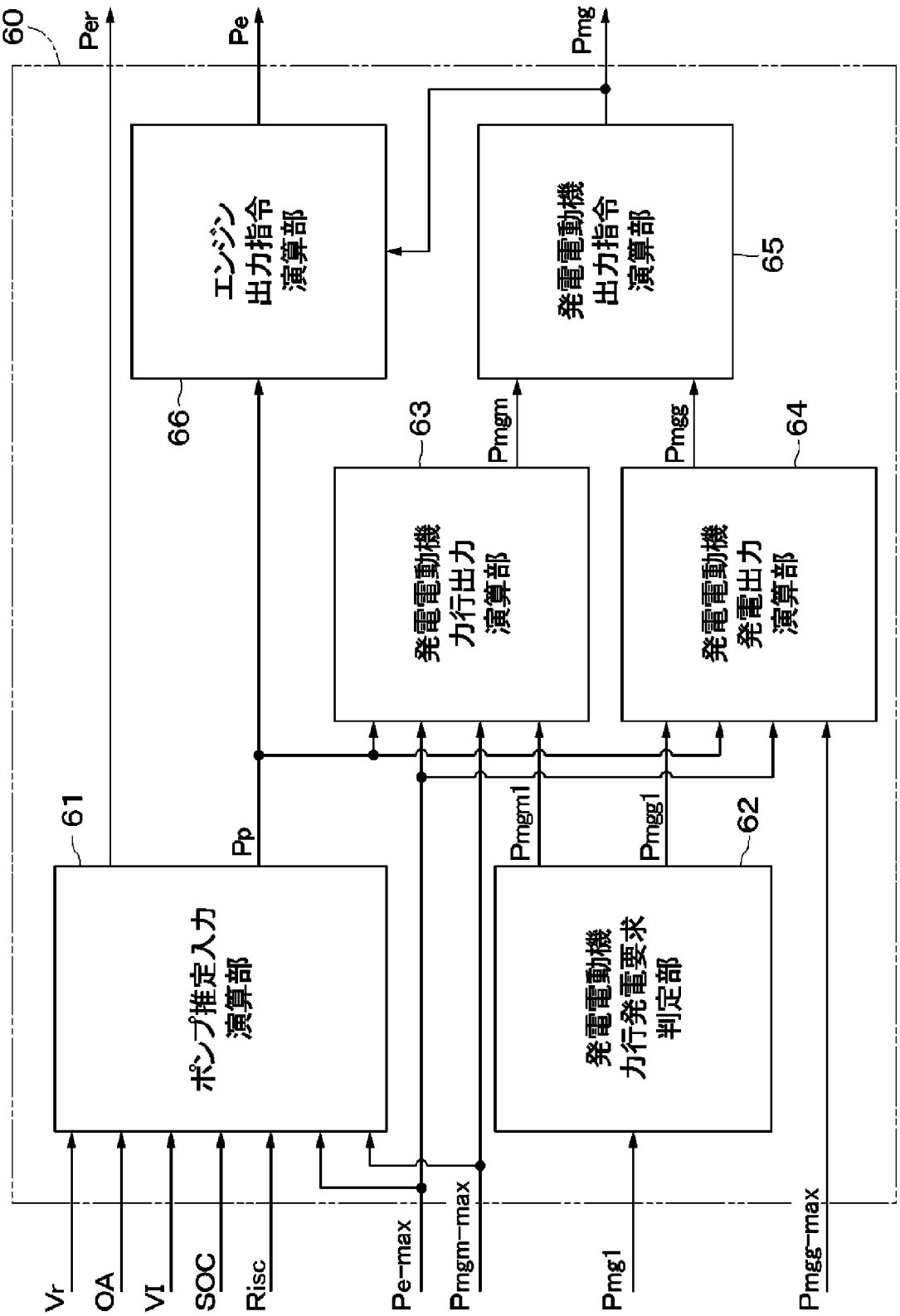
[図9]


50
Pe-max
Pmgm-max
Pmgg-max
53
発電電動機
最大出力
演算部
51
エンジン
最大出力
演算部
Kmgm
Kmgg
52
発電電動機
出力制限ゲイン
演算部
ωe
SOC
Risc

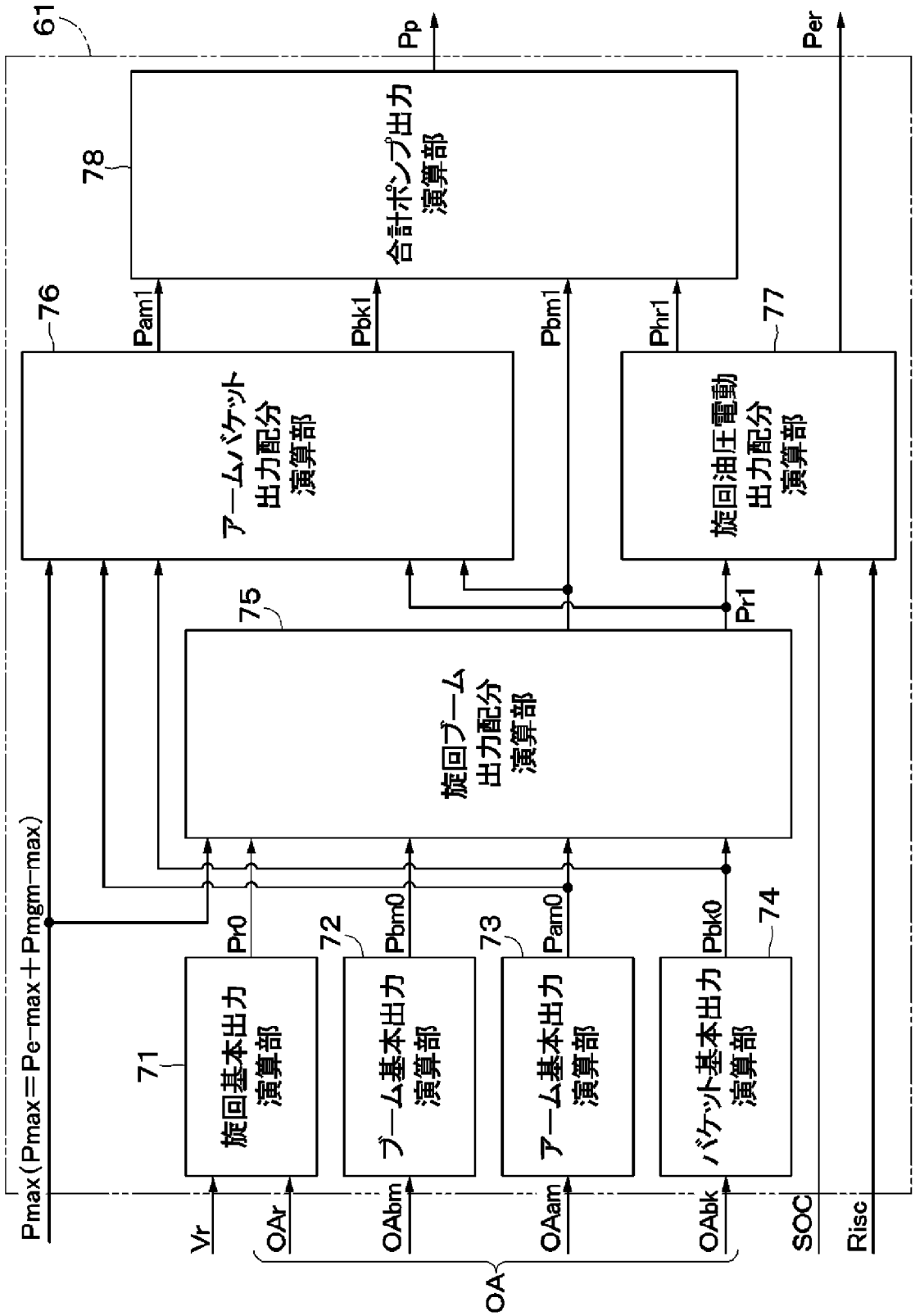
[図10]


52
52A
T3
1
Kmgm0
0
a1
a2
SOC[%]
SOC
52D
Kmgm0
MIN
Kmgm
T4
1
Kmgg0
0
a3
a4
SOC[%]
52B
52E
Kmgg0
MIN
Kmgg
T5
1
Krisc0
0
b1
b2
Risc[%]
Risc
Krisc0
52C

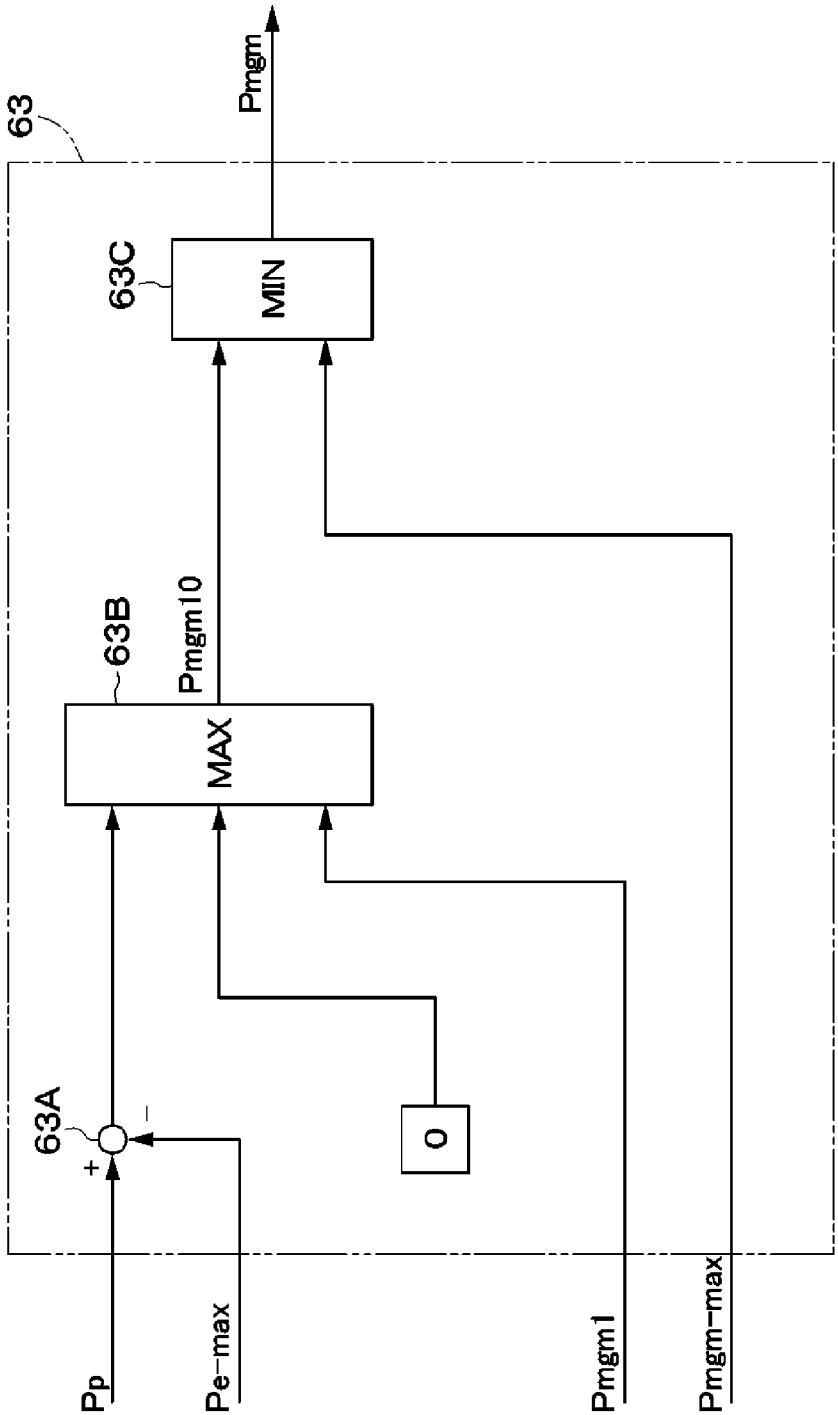
[図11]


60
Per
Pe
Pmg
エンジン
出力指令
演算部
発電電動機
出力指令
演算部
65
66
63
64
Pmgm
Pmgg
発電電動機
力行出力
演算部
発電電動機
発電出力
演算部
61
Pp
Pmgm1
Pmgg1
62
ポンプ推定入力
演算部
発電電動機
力行発電要求
判定部
Vr
OA
Vl
SOC
Risc
Pe-max
Pmgm-max
Pmg1
Pmgg-max

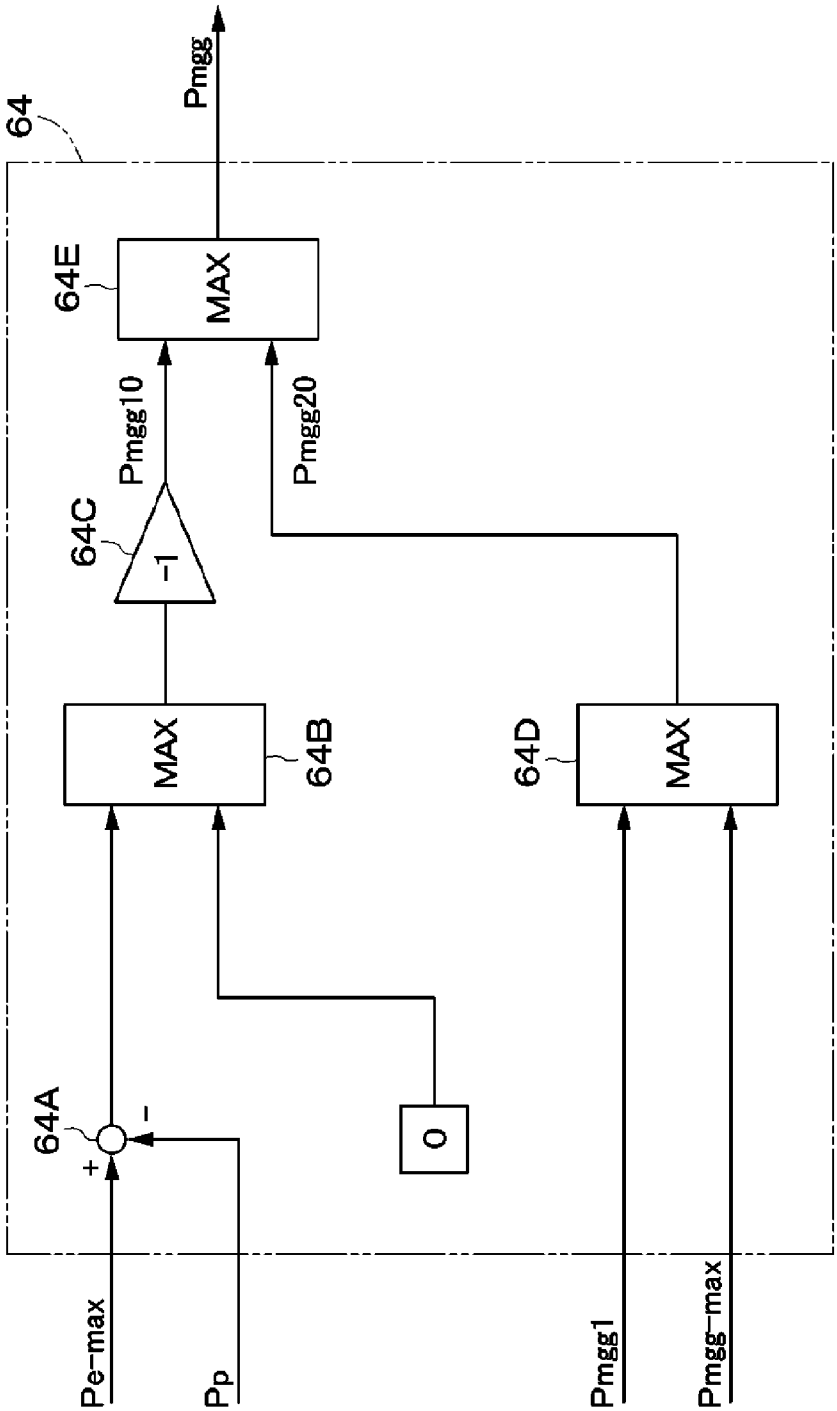
[図12]


61
Pp
Per
78
合計ポンプ出力
演算部
76
Pam1
Pbk1
Pbm1
Phr1
77
アームバケット
出力配分
演算部
旋回油圧電動
出力配分
演算部
75
Pr1
旋回ブーム
出力配分
演算部
Pmax(Pmax＝Pe-max＋Pmgm-max)
Pr0
Pbm0
Pam0
Pbk0
71
72
73
74
旋回基本出力
演算部
ブーム基本出力
演算部
アーム基本出力
演算部
バケット基本出力
演算部
Vr
OAr
OAbm
OAam
OAbk
SOC
Risc
OA

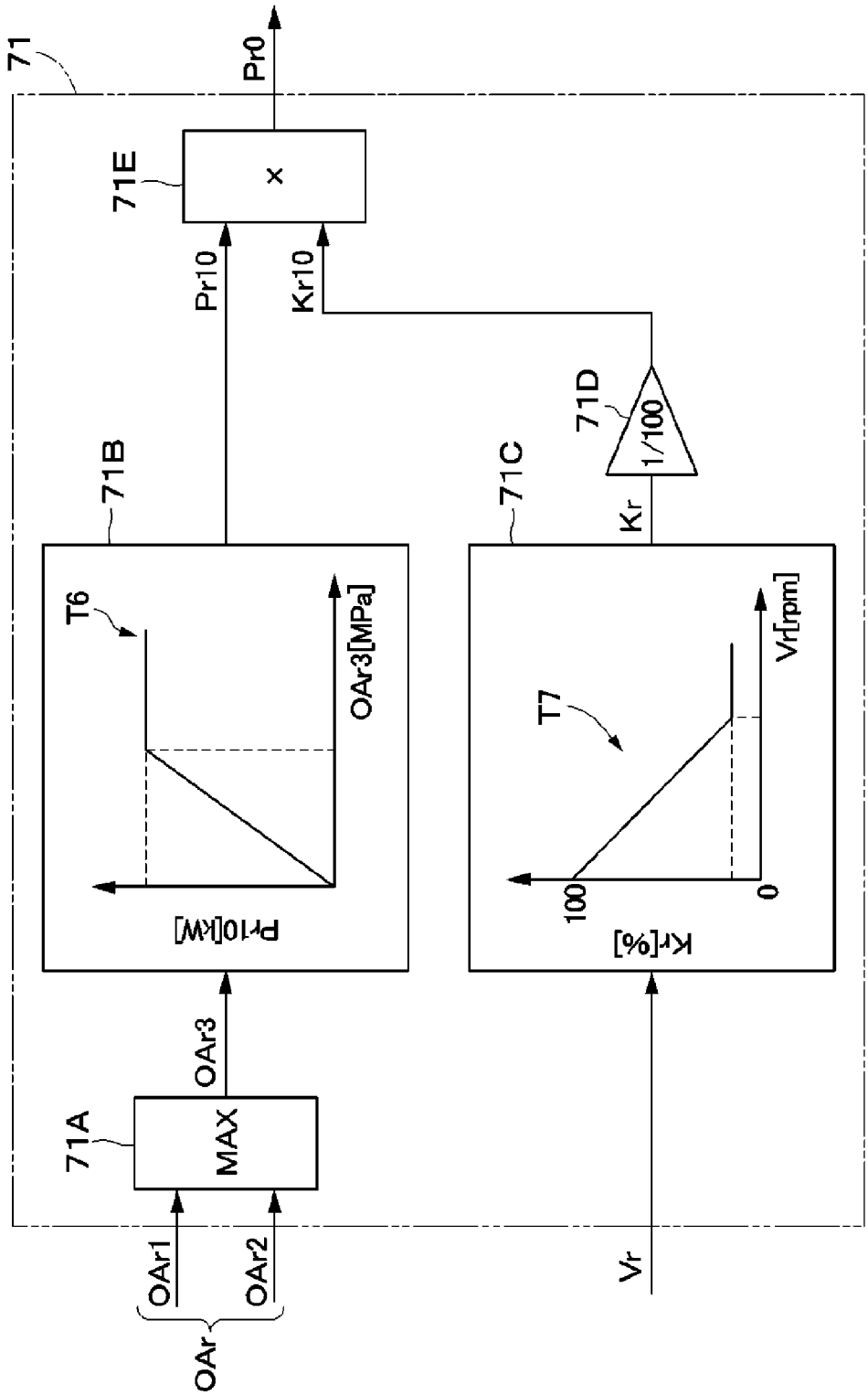
[図13]



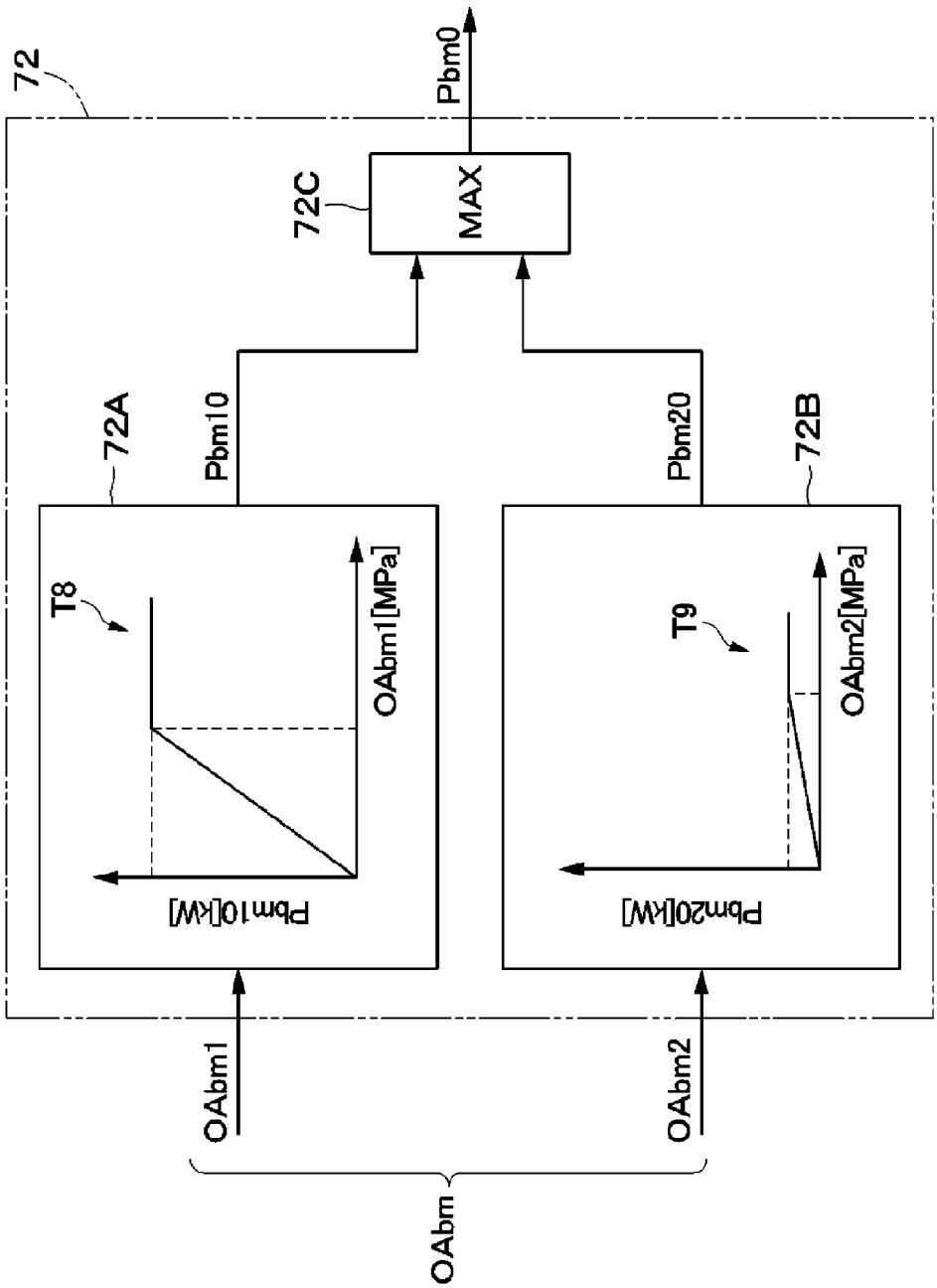
[図14]


64
Pmgg
64E
MAX
Pmgg10
Pmgg20
64C
-1
MAX
64B
64D
MAX
64A
-
+
0
Pe-max
Pp
Pmgg1
Pmgg-max

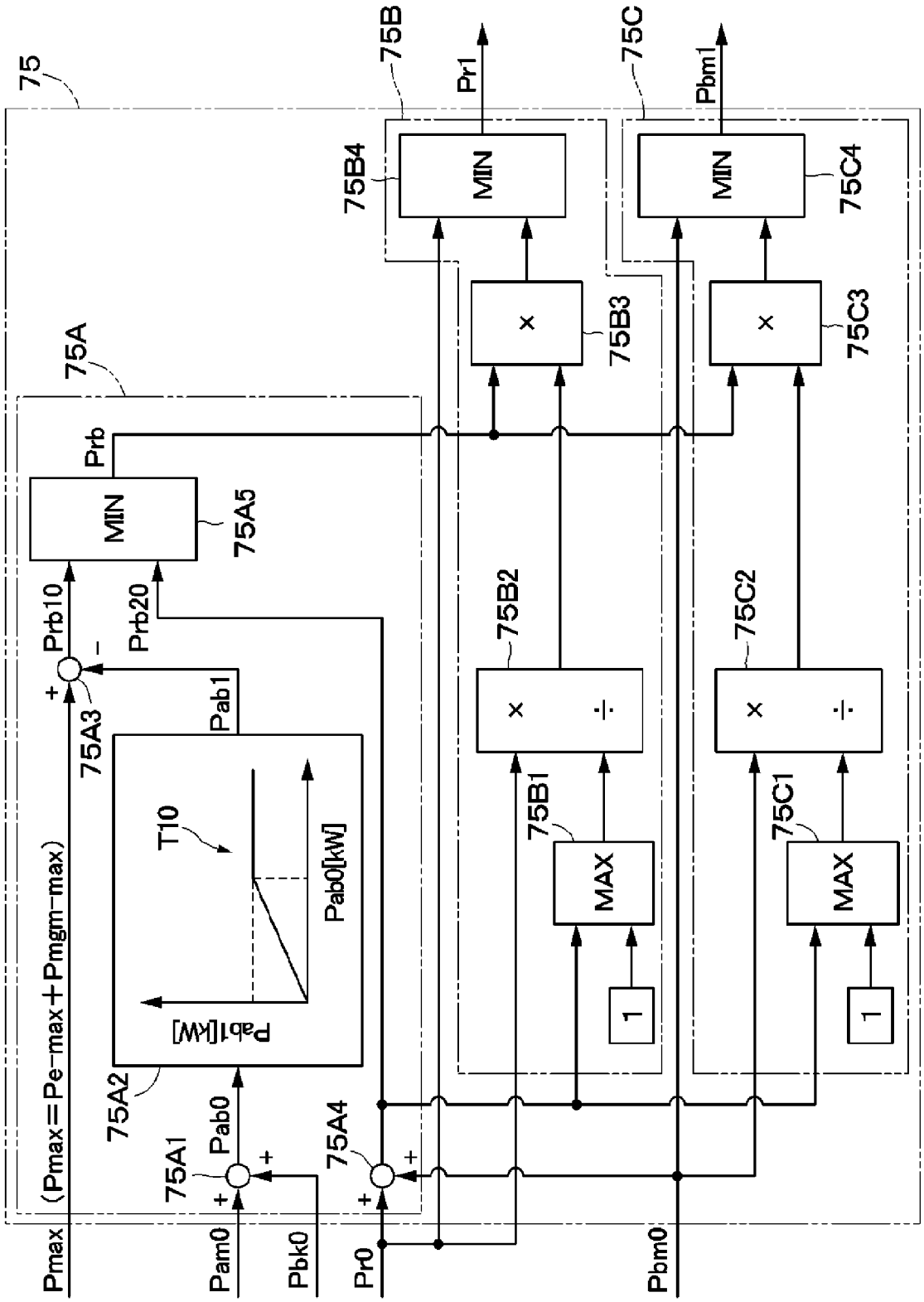
[図15]


71
Pr0
71E
x
Pr10
Kr10
71D
1/100
71B
71C
Kr
T6
OAr3[MPa]
T7
Vr[rpm]
100
0
Pr10[kW]
Kr[%]
OAr3
71A
MAX
OAr1
OAr2
OAr
Vr

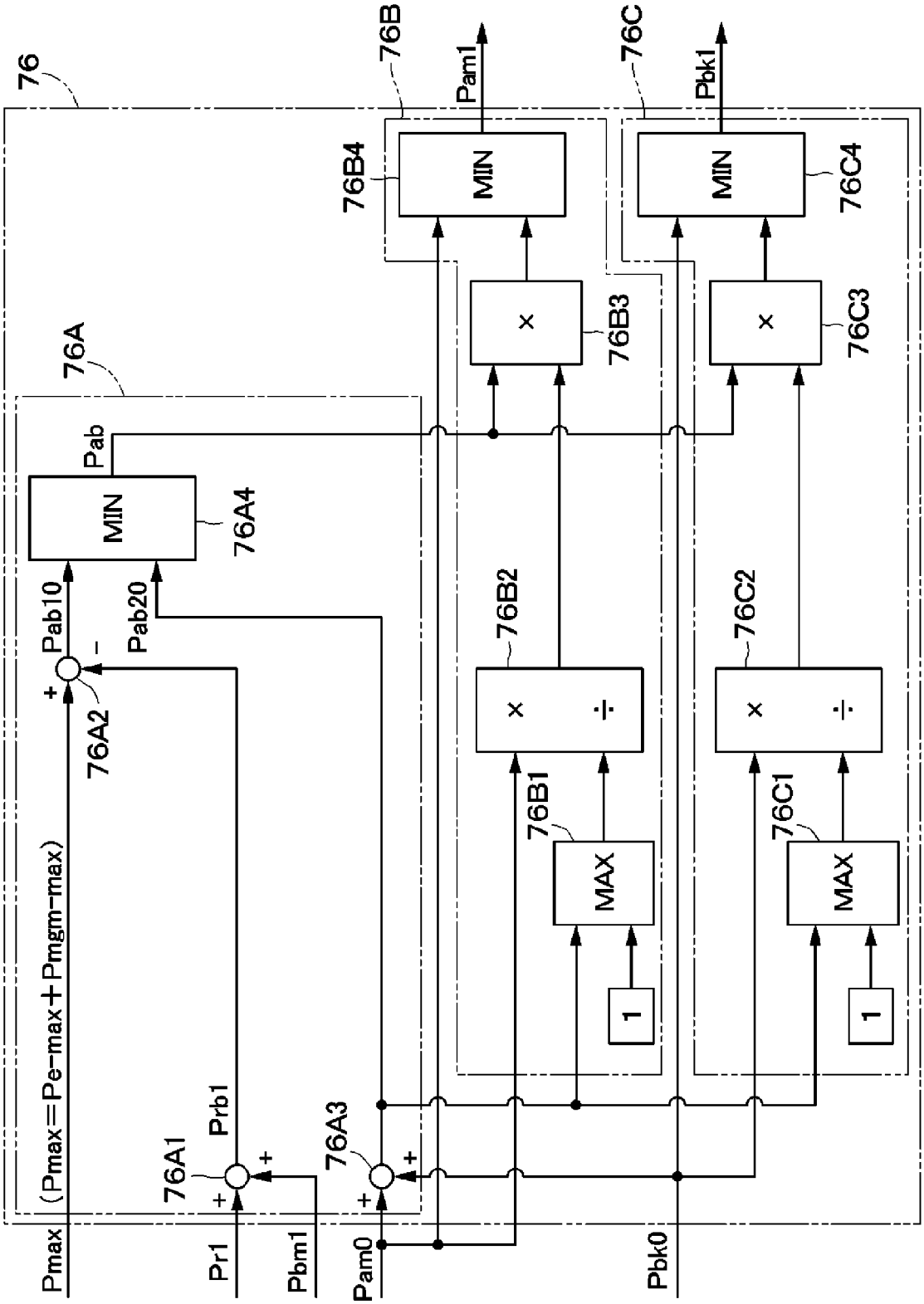
[図16]


72
Pbm0
72C
MAX
72A
Pbm10
Pbm20
72B
T8
OAbm1[MPa]
Pbm10[kW]
T9
OAbm2[MPa]
Pbm20[kW]
OAbm1
OAbm2
OAbm

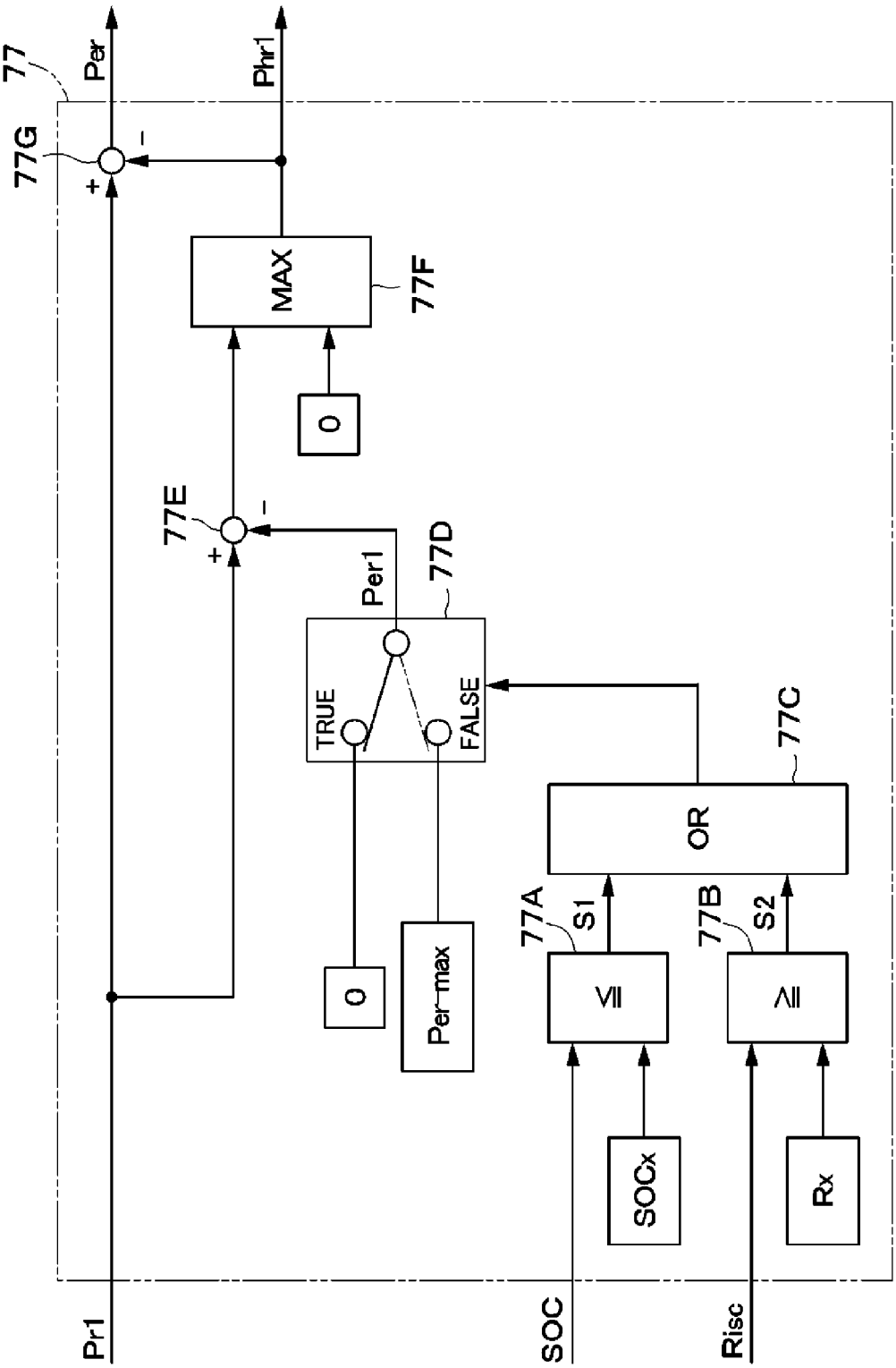
[図17]


75
75A
75A1
75A2
75A3
75A4
75A5
75B
75B1
75B2
75B3
75B4
75C
75C1
75C2
75C3
75C4
Pmax
(Pmax=Pe-max+Pmgm-max)
Pam0
Pbk0
Pr0
Pbm0
Pab0
Pab1
Prb
Prb10
Prb20
Pr1
Pbm1
MIN
MAX
T10
Pab0[kW]
Pab1[kW]
1

[図18]

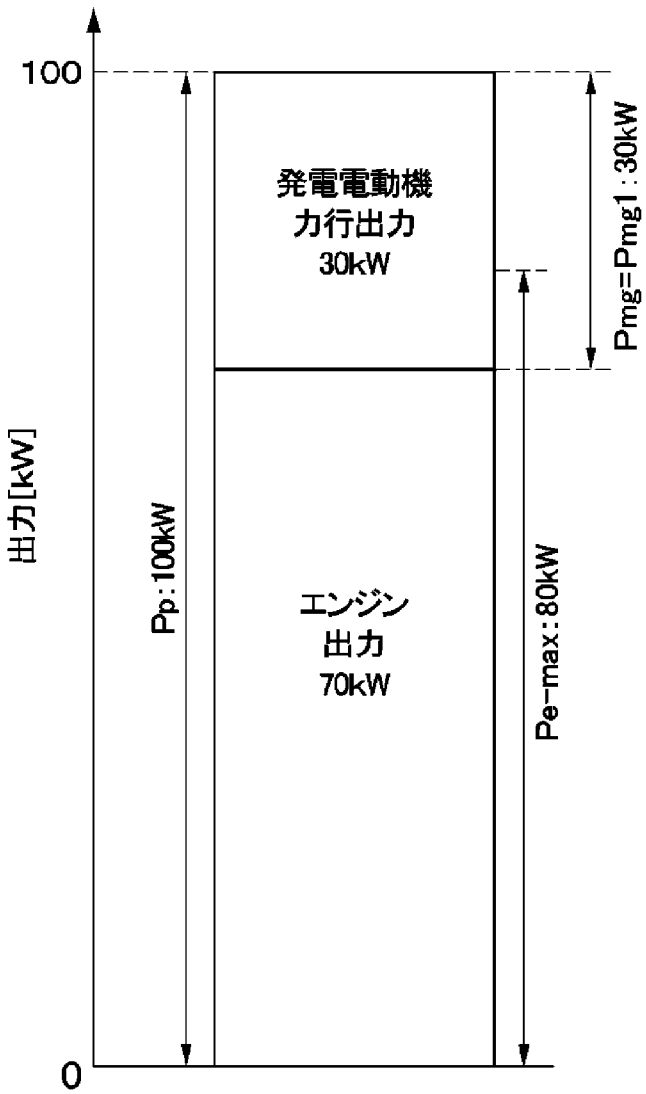

76
76A
76B
76C
Pam1
Pbk1
76B4
MIN
76C4
MIN
76B3
×
76C3
×
Pab
MIN
76A4
76B2
76C2
Pab10
Pab20
76A2
×
÷
×
÷
76B1
76C1
MAX
MAX
1
1
(Pmax=Pe-max+Pmgm-max)
Prb1
76A1
76A3
Pmax
Pr1
Pbm1
Pam0
Pbk0

[図19]


77
Per
Phr1
77G
+
-
MAX
77F
0
77E
+
-
Per1
77D
TRUE
FALSE
77C
OR
77A
S1
77B
S2
0
Per_max
SOCx
Rx
Pr1
SOC
Risc

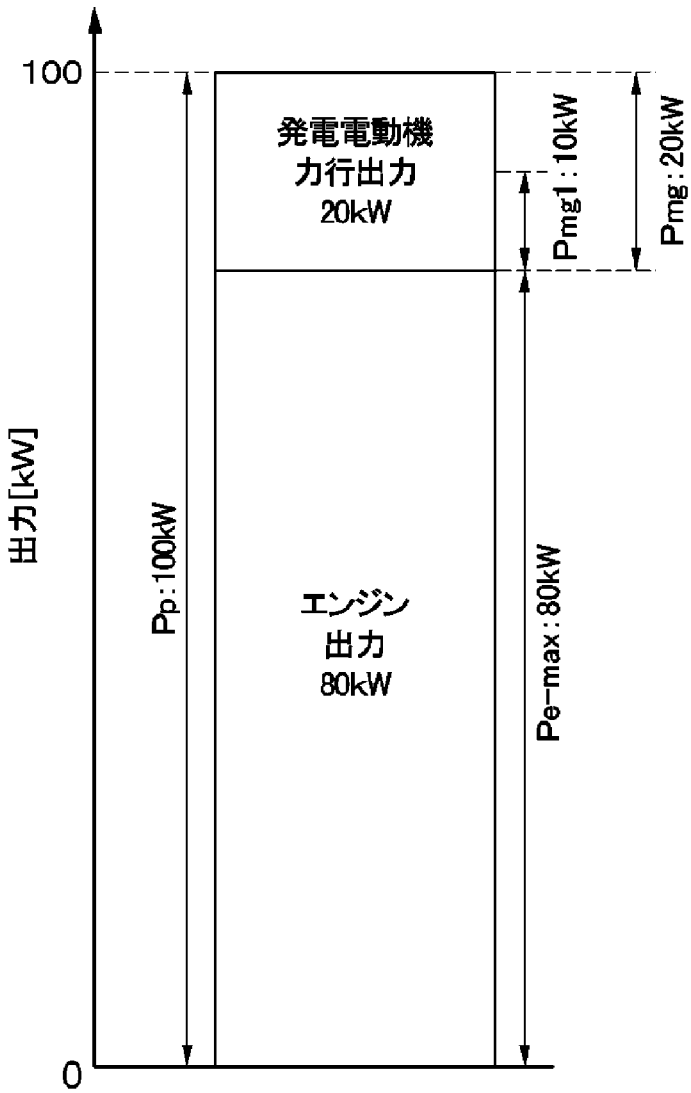
[図20]

| | |
|---|---|
| Pe-max | 80kW |
| Pp | 100kW |
| Pmg1 | 30kW(力行要求) |



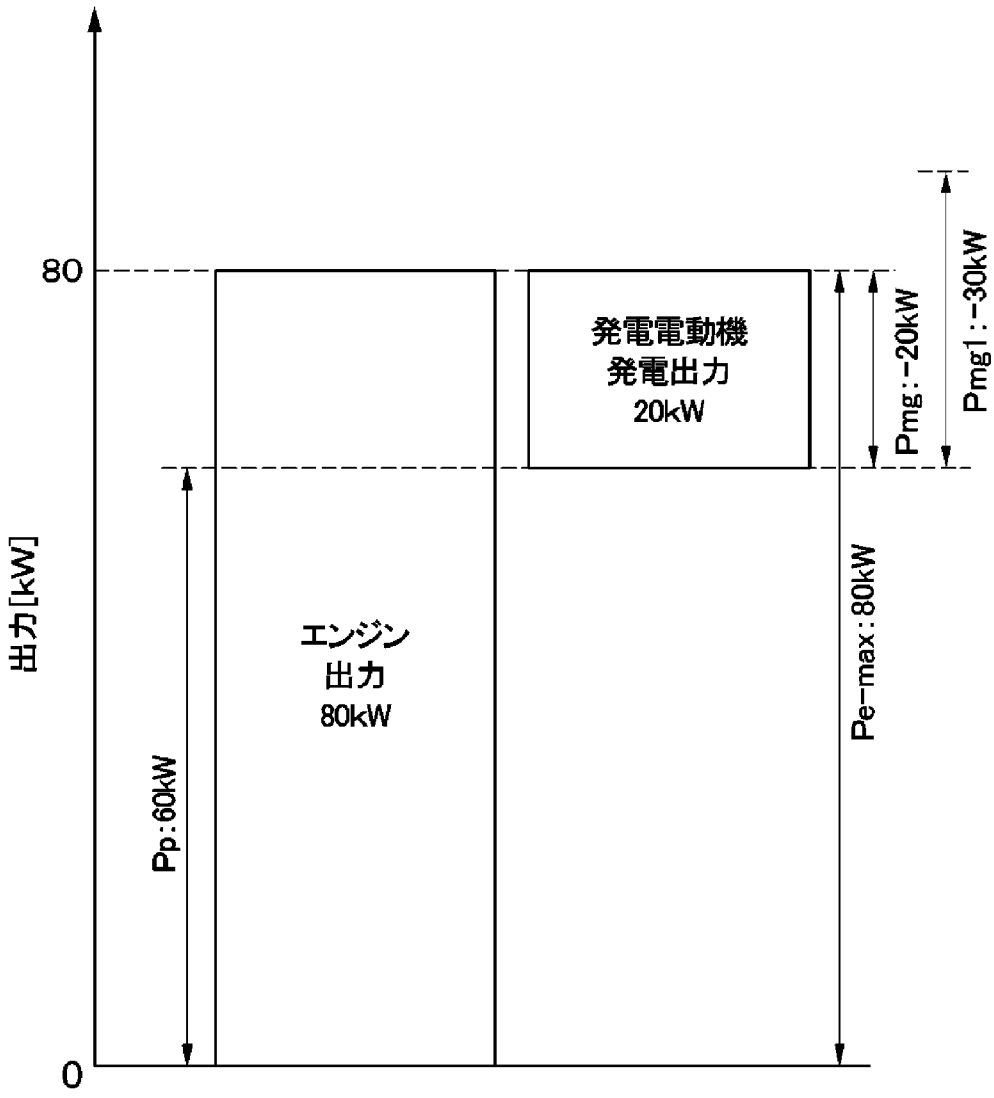
[図21]

| | |
|---|---|
| Pe-max | 80kW |
| Pp | 100kW |
| Pmg1 | 10kW(力行要求) |



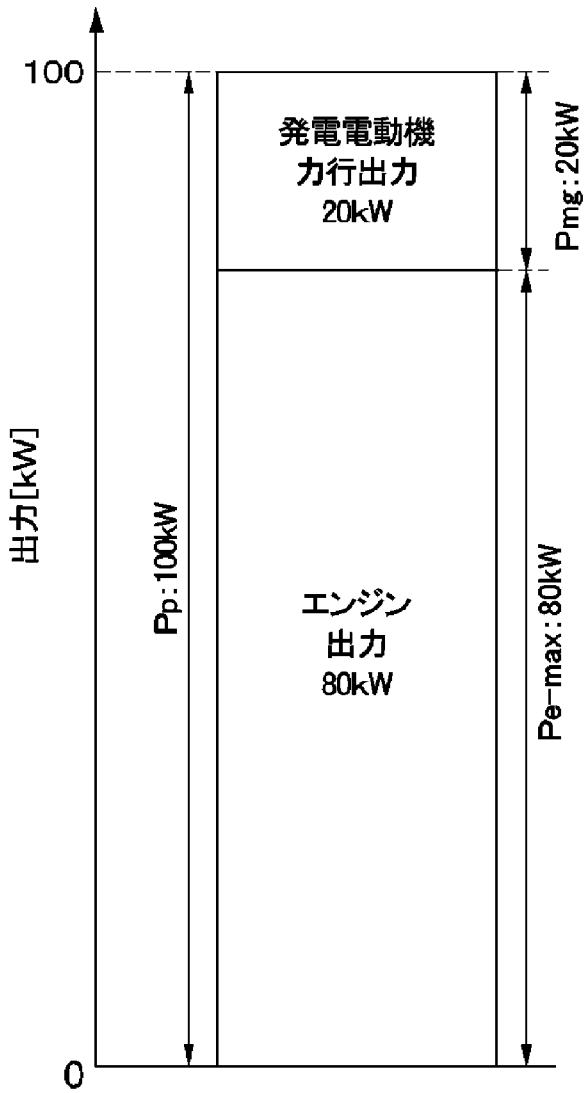
[図22]

| | |
|---|---|
| Pe-max | 80kW |
| Pp | 60kW |
| Pmg1 | −30kW(発電要求) |



[図23]

| | |
|---|---|
| Pe-max | 80kW |
| Pp | 100kW |
| Pmg1 | −10kW(発電要求) |



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H02J7/00*(2006.01)i, *B60L11/18*(2006.01)i, *B60W10/26*(2006.01)i, *H01M10/44*(2006.01)i, *H01M10/48*(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)
H02J7/00, B60L11/18, B60W10/26, H01M10/44, H01M10/48

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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. |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2015-214174 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 03 December 2015 (03.12.2015), paragraphs [0019] to [0036], [0040] to [0042], [0052] to [0057], [0064]; fig. 2, 4, 5, 7, 9 & WO 2015/170489 A1 | 1,2,4,5,7,9<br>3,6,8 |
| Y | JP 2011-79444 A (Toyota Motor Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0013], [0021], [0022]; fig. 4 (Family: none) | 3,6,8 |
| Y | JP 2006-149181 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), claim 1 (Family: none) | 8 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 19 August 2016 (19.08.16) | 30 August 2016 (30.08.16) |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| Japan Patent Office<br>3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915,Japan | Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６６２７９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J7/00(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i, B60W10/26(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H01M10/48(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.　H02J7/00, B60L11/18, B60W10/26, H01M10/44, H01M10/48

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 | １９７１－２０１６年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１６年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１６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 |
|---|---|---|
| X | JP 2015-214174 A（日立建機株式会社）2015.12.03, 0019-0036,0040-0042,0052-0057,0064段落,図2,4,5,7,9 | 1,2,4,5,7,9 |
| Y | & WO 2015/170489 A1 | 3,6,8 |
| Y | JP 2011-79444 A（トヨタ自動車株式会社）2011.04.21, 0013,0021,0022段落,図4（ファミリーなし） | 3,6,8 |
| Y | JP 2006-149181 A（日産自動車株式会社）2006.06.08, 請求項1（ファミリーなし） | 8 |

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １９．０８．２０１６ | ３０．０８．２０１６ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　３６５６
永井　啓司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８