

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/098545 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 10/08 (2006.01) *B60L 11/12* (2006.01)
B60K 6/46 (2007.10) *B60W 10/18* (2012.01)
B60K 6/52 (2007.10) *B60W 20/00* (2006.01)
B60L 7/12 (2006.01) *E02F 9/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/082846

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 11 日(11.12.2014)

(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 2013-265719 2013 年 12 月 24 日(24.12.2013) 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: 歌代 浩志(UTASHIRO, Hiroshi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場内 Ibaraki (JP). 伊藤 徳孝(ITO, Noritaka); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場内 Ibaraki (JP). 森木 秀一(MORIKI, Hidekazu); 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 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, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロパ (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).

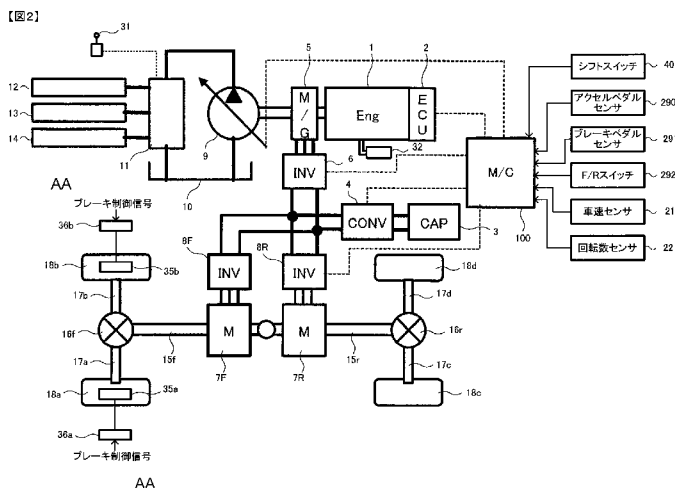
添付公開書類:

添付公開書類:

— 國際調查報告（條約第 21 條(3)）

(54) Title: HYBRID TYPE WORK VEHICLE

(54) 発明の名称：ハイブリッド式作業車両



- | | | | |
|-----|--------------------------|-----|----------------------|
| 21 | Vehicle speed sensor | | |
| 22 | Rotating speed sensor | 291 | Brake pedal sensor |
| 40 | Shift switch | 292 | F/R switch |
| 290 | Accelerator pedal sensor | AA | Brake control signal |

(57) Abstract: A hybrid type work vehicle is provided with: a running electric motor; an electricity storage device that is charged with regenerative electric power generated by the running electric motor and that supplies driving electric power to the running electric motor; an electric generator/motor that generates electric power by being driven by an engine in electric power generation mode and that is driven with the regenerative electric power in powering mode; a hydraulic pump mechanically connected to and driven by the electric generator/motor and the engine; a speed level setting device that sets any of a plurality of speed levels; and a control device that drivingly controls the running electric motor and the electric generator/motor. The control device includes a drive control unit that implements regenerative control by computing a greater regenerative braking force as the speed level that is set becomes lower, on the basis of drive torque characteristics with respect to a rotating speed set for each speed level, and regenerative braking force characteristics with respect to a vehicle speed set for each speed level.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/098545 A1



ハイブリッド式作業車両は、走行電動機と、走行電動機で発生する回生電力により充電され、走行電動機に駆動用電力を供給する蓄電装置と、発電モード時は、エンジンで駆動されて発電し、力行モード時は、回生電力で駆動される発電電動機と、発電電動機およびエンジンに機械的に接続されて駆動される油圧ポンプと、複数の速度段のいずれかを設定する速度段設定装置と、走行電動機および発電電動機を駆動制御する制御装置とを備え、制御装置は、速度段ごとに設定された回転数に対する駆動トルク特性、および、速度段ごとに設定された車速に対する回生制動力の特性に基づいて、設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力を演算して回生制御を行う駆動制御部を有する。

明 細 書

発明の名称：ハイブリッド式作業車両

技術分野

[0001] 本発明は、ハイブリッド式作業車両に関する。

背景技術

[0002] 従来から、エンジンに機械的に接続された発電機から走行電動機へ電力を供給して走行を行うシリーズハイブリッド式の作業車両であって、回生制動を行う作業車両が知られている（たとえば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開WO2012-099255号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の作業車両は、走行電動機を駆動して走行する構成のためトルコン車両のように変速機の数段を有していない。そのため、トルコン車両に乗り慣れたオペレータにとっては、走行電動機により駆動走行する作業車両は走行フィーリングが異なる。そこで、ハイブリッド車両にはトルコン車両と同様の速度段を設定し、トルコン車両と同様な速度段に応じた走行フィーリングに相応するブレーキ力を回生制動力で得ようとする、走行電動機の出力性能を超える回生制動力が必要になる。力行時は、従来のトルコン車両と同様な速度段に応じた走行フィーリングを設定することが可能である。ところが、エンジンブレーキに相当する回生制動力を得ようとした場合、最大の性能を超える力を出力する必要性が生じる。とくに小さい速度段において、トルコン車両の制動力と同様な回生制動力が得られ難い。これは、車体搭載にあたっての走行電動機の容積の制約による。

本発明は、従来のトルコン車両と同様に速度段に合致した十分な回生制動力が得られるようにしたハイブリッド式作業車両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

[0005] 本発明の第1の態様によると、ハイブリッド式作業車両は、車輪に走行駆動トルクを与える走行電動機と、走行電動機で発生する回生電力により充電され、走行電動機に駆動用電力を供給する蓄電装置と、発電モード時は、エンジンで駆動されて発電するとともに、力行モード時は、走行電動機からの回生電力で駆動される発電電動機と、発電電動機およびエンジンに機械的に接続されて駆動され、油圧アクチュエータに圧油を供給する油圧ポンプと、複数の速度段のいずれかを設定する速度段設定装置と、走行電動機および発電電動機を駆動制御する制御装置とを備え、制御装置は、速度段ごとに設定された回転数に対する駆動トルクの特性、および、速度段ごとに設定された車速に対する回生制動力の特性に基づいて、設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力を演算して回生制御を行う駆動制御部を有する。

本発明の第2の態様によると、第1の態様のハイブリッド式作業車両において、車輪に摩擦式制動力を与える制動装置をさらに備え、制御装置は、回生制御において演算された回生制動力が、車速が早いほど小さい値となるように設定された上限値を超えているときは、不足する制動力を付加するように制動装置を制御する制動制御部をさらに有することが好ましい。

本発明の第3の態様によると、第2の態様のハイブリッド式作業車両において、制御装置は、発電電動機の回転数が所定値以上の時、蓄電装置に充電される回生電力を回転数に応じて制限する回生電力制限制御を行う充電制御部をさらに有し、回生制動力の上限値は回生電力制限制御により定められることが好ましい。

本発明の第4の態様によると、第2または3の態様のハイブリッド式作業車両において、制御装置は、発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、蓄電装置に充電可能な電力に比べて回生電力が大きいとき、その余剰電力が発電電動機により消費されるように発電電動機を制御するとともに、その回転数と所定値との乖離量に応じて、発電電動機で消費する回生電力

の低減量を乖離量が大きいほど大きく低減する制御を行う発電制御部をさらに有し、制動制御部は、回生電力の低減量に見合った摩擦式制動力を車輪に加える制御を行うことが好ましい。

本発明の第5の態様によると、第2乃至4のいずれか1態様のハイブリッド式作業車両において、制御装置は、アクセルペダルの踏込み量と車速とに基づいて演算したアクセル要求トルクと、ブレーキペダルの踏込み量に基づいて演算した回生制動トルクと、速度段に基づいて演算した回生制動トルクとに基づいて走行要求トルクを算出し、発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、その回転数と所定値との乖離量に応じて、発電電動機で消費する回生電力の低減量を演算し、回生電力の低減量を走行電動機の回転数により変換した回生低減トルクを演算し、走行要求トルクから演算した回生低減トルクを減算して走行電動機トルク指令を演算し、走行要求トルクから走行電動機トルク指令を減算して不足する制動トルクを演算し、不足する制動力を制動装置が付加する制動信号を演算し、制動制御装置は、制動信号により制動装置を駆動制御することが好ましい。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、複数の速度段ごとに、車速に対する回生制動力の特性を異なるようにし、設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力が得られるようにした。そのため、急勾配の坂を降坂する際には、従来のトルコン車両と同様に速度段に合致した十分な回生制動力が得られる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施の形態によるハイブリッド式作業車両の外観側面図

[図2]実施の形態によるハイブリッド式作業車両の回路ブロック図

[図3]メインコントローラの機能を説明するブロック図

[図4]許容充電電力マップの一例を示す図

[図5]ポンプ要求流量マップの一例を示す図

[図6]アクセル要求トルクマップの一例を示す図

[図7]車速に対する回生制動力を説明する図

[図8]第1の実施の形態によるハイブリッド式作業車両の動作を説明するフローチャート

[図9]第2の実施の形態によるハイブリッド式作業車両の油圧回路を説明する回路図

[図10]冷却ファンの回転数と作動油の温度との関係を説明する図

[図11]作動油の温度と要求回生制動力とに応じて制御される冷却ファンの回転数を説明する図

[図12]第2の実施の形態によるハイブリッド式作業車両の動作を説明するフローチャート

発明を実施するための形態

[0008] ー第1の実施の形態ー

図面を参照しながら、本発明の実施の形態によるハイブリッド式作業車両について説明する。図1は実施の形態のハイブリッド式作業車両200の一例として示されるホイールローダの外観側面図であり、図2はハイブリッド式作業車両200の主要構成を示す回路ブロック図である。

[0009] 図1に示すように、ハイブリッド式作業車両200は、アーム201、バケット20、前輪18a、18b等を有する前部車体202と、運転室19、後輪18c、18d等を有する後部車体203とを有する。アーム201はアームシリンダ13の駆動により上下方向に回動（俯仰動）し、バケット20はバケットシリンダ14の駆動により上下方向に回動（ダンプまたはクラウド）する。なお、前輪18a、18bと後輪18c、18dについて、総称する場合には車輪18として説明する。

[0010] 前部車体202と後部車体203とは、不図示の連結軸により互いに回動自在に連結されている。このハイブリッド式作業車両200は、連結軸にて前部車体202と後部車体203とが屈曲されるアーティキュレート式の作業車両である。前部車体202と後部車体203には、連結軸を中心とする一対のステアリングシリンダ（以下、ステアリングシリンダ）12の一端と他端とが、それぞれ回転可能に係止されている。後述する油圧装置によりー

対のステアリングシリンダ１２のうち一方を伸長、他方を縮退させることにより、前部車体２０２と後部車体２０３とをそれぞれ連結軸を中心に回転させる。これにより、前部車体２０２と後部車体２０３との相対的な取付角度が変化し、車体が屈曲して換向する。

[0011] 図２に示すように、ハイブリッド式作業車両２００は、エンジン１、エンジン１の駆動を制御するエンジン制御装置（以下、エンジンコントローラ）２、蓄電装置（以下、キャパシタ）３、コンバータ４、発電電動機５、発電インバータ６、走行電動機７Ｆ，７Ｒ、走行インバータ８Ｆ，８Ｒ、油圧ポンプ９、操作装置３１およびシフトスイッチ４０を備えている。またハイブリッド式作業車両２００は、以上の構成部を制御する主制御装置（以下、メインコントローラ）１００を備えている。

[0012] 油圧ポンプ９はハイブリッド式作業車両２００の各油圧アクチュエータ、すなわちステアリングシリンダ１２、リフトシリンダ１３およびバケットシリンダ１４に圧油を供給する可変容量型油圧ポンプである。油圧ポンプ９の回転軸はエンジン１の駆動軸と同軸上に設けられている。油圧ポンプ９がエンジン１により駆動されると、オイルタンク１０の作動油がコントロールバルブ１１を介してステアリングシリンダ１２、リフトシリンダ１３およびバケットシリンダ１４に供給される。コントロールバルブ１１は、ステアリングシリンダ１２、リフトシリンダ１３およびバケットシリンダ１４のボトム室またはロッド室への作動油の流れを制御する制御弁である。コントロールバルブ１１は、運転室１９内に設置された操作装置３１から出力される信号（油圧信号または電気信号）によって制御される。油圧ポンプ９からコントロールバルブ１１に導かれた作動油は、操作装置３１の操作に応じてステアリングシリンダ１２、リフトシリンダ１３およびバケットシリンダ１４に分配される。

[0013] 発電電動機５は、エンジン１の駆動軸と同軸上にある回転軸にロータが取り付けられ、ロータの外周にステータが配置されている。発電電動機５は発電機モードと電動機モードのいずれかのモードで駆動される。発電機モード

が選択されているとき、発電電動機 5 は、エンジン 1 によってロータが回転することにより発電する。発電インバータ 6 は発電電動機 5 で発電された交流電力を所定電圧の直流電力に変換する。電動機モードが選択されているとき、発電電動機 5 は、発電インバータ 6 から交流電力が供給されて電動機として機能する。発電電動機 5 の回転軸はエンジン 1 の回転軸と油圧ポンプ 9 の回転軸に連結されている。そのため、発電電動機 5 の出力トルクは油圧ポンプ 9 に与えられる。

[0014] コンバータ 4 は、キャパシタ 3 に蓄電された電荷により得られる直流電力を所定電圧に昇圧して、発電電動機 5、走行電動機 7 F、7 R に供給する。コンバータ 4 は、後述するメインコントローラ 100 により制御される。

なお、キャパシタ 3 に代えて、たとえば鉛蓄電池や、リチウムイオンバッテリーのような 2 次電池を用いてもよい。また、リターダーのような発電ブレーキを発電インバータ 6 と走行インバータ 8 間の電力線に接続しても良い。この場合、回生エネルギー分は熱に変換される。

[0015] 走行電動機 7 F、7 R は、キャパシタ 3 および発電電動機 5 に電力線を介して接続され、キャパシタ 3 および発電電動機 5 の一方、または双方から供給される電力によって車輪 18 を駆動する。走行加速時には、走行電動機 7 F、7 R は、後述する走行インバータ 8 F、8 R により力行駆動される。力行駆動により発生した力行トルクはプロペラシャフト 15 f、15 r、ディファレンシャルギア 16 f、16 r およびドライブシャフト 17 a、17 b、17 c、17 d を介して前輪 18 a、18 b および後輪 18 c、18 d へと伝えられ、ハイブリッド式作業車両 200 が加速する。走行制動時には、走行電動機 7 F、7 R が発生した回生トルク（制動トルク）は、車輪 18 へと伝えられ、ハイブリッド式作業車両 200 が減速する。

[0016] 走行インバータ 8 F、8 R は、走行加速時には走行電動機 7 F、7 R に交流走行駆動電力を供給してそれぞれ駆動する。また、走行インバータ 8 F、8 R は、走行制動時に走行電動機 7 F、7 R で発生した回生電力（交流電力）を所定電圧の直流電力に変換してキャパシタ 3 に供給する。コンバータ 4

、発電インバータ 6 および走行インバータ 8 F, 8 R は、同一の電力線に接続され、相互に電力の供給が可能となるように構成されている。また、コンバータ 4 は、電力線に取り付けられた平滑コンデンサ（不図示）の直流電圧（DC 電圧）を監視し、この平滑コンデンサの DC 電圧を一定に保つようにキャパシタ 3 の充放電を制御する。

[0017] 運転室 19 に設けられた操作装置 31 は、ステアリングホイール、リフトレバー、バケットレバー等を含んで構成される。ステアリングホイールはステアリングシリンダ 12 を伸縮させる際に操作される。オペレータはステアリングホイールを操作することで、ステアリングシリンダ 12 を伸縮させてハイブリッド式作業車両 200 の操舵角を調整して、ハイブリッド式作業車両 200 を旋回させる。リフトレバーはリフトシリンダ 13 を伸縮する際に操作される。バケットレバーはバケットシリンダ 14 を伸縮する際に操作される。オペレータはリフトレバー、バケットレバー等を操作することにより、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 を伸縮させて、バケット 20 の高さや傾きを制御し、掘削および積込作業を行う。

[0018] 運転室 19 には、シフトスイッチ 40、図示しないアクセルペダル、ブレーキペダル、前後進スイッチ操作部が設けられている。オペレータはシフトスイッチ 40 を操作することによって、たとえば 1 速～3 速の間で速度段を設定することができる。シフトスイッチ 40 は、設定された速度段を示す信号（速度段信号）を後述するメインコントローラ 100 へ出力する。オペレータは、上記のシフトスイッチ 40、アクセルペダル、ブレーキペダル、前後進スイッチ操作部を操作することによって、車輪 18 を駆動してハイブリッド式作業車両 200 を走行させることができる。アクセルペダルの踏込量はアクセルペダル踏込量に応じアクセル信号を出力するセンサ 290 で検出され、ブレーキペダルの踏込量はブレーキペダル踏込量に応じたブレーキ信号を出力するセンサ 291 で検出される。それらのセンサ 290, 291 は、オペレータによる操作量、すなわち踏込量に応じて、それぞれアクセル信号とブレーキ信号とを後述するメインコントローラ 100 へ出力する。また

、前後進スイッチ操作部が前進側または後進側に操作されたことは前後進スイッチ２９２により検出され、この前後進スイッチ２９２は前進信号または後進信号をメインコントローラ１００に送信する。

[0019] なお、本実施の形態のハイブリッド式作業車両２００は、ブレーキペダルの操作に応じて油圧ブレーキ制御弁３５ａ、３５ｂに所定の油圧力が導入され、ディスクブレーキである油圧ブレーキ３６ａ、３６ｂにより摩擦力で車輪１８ａ、１８ｂの回転を機械的に制動する。そして、上述した走行電動機７Ｆ、７Ｒの回生トルクによる回生制動力も加味される。

[0020] また、速度センサ２１は、ハイブリッド式作業車両２００の走行速度を検出して、速度信号をメインコントローラ１００へ出力し、モータ回転数センサ２２は、走行電動機７Ｆ、７Ｒの回転数を検出して、モータ回転数信号をメインコントローラ１００へ出力する。

[0021] メインコントローラ１００は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭなどを有し、制御プログラムに基づいてハイブリッド式作業車両２００の各構成要素を制御したり、各種のデータ処理を実行したりする演算回路である。また、メインコントローラ１００は、上述したアクセルペダル踏込量センサ２９０、ブレーキペダル踏込量センサ２９１、シフトスイッチ４０からそれぞれ入力したアクセル信号とブレーキ信号と速度段信号とを用いて車速制御を行う。

[0022] 図３に示すように、メインコントローラ１００は、蓄電管理部１１０と、油圧要求演算部１２０と、走行要求演算部１３０と、出力管理部１４０と、目標回転数演算部１５０と、発電電動機制御部１６０と、傾転角制御部１７０と、走行電動機・ブレーキ制御部１８０と、ブレーキ制御部１９０とを機能的に備える。

[0023] 以下の数式（１）～（１４）で用いる主な表記は以下のとおりである。

「トルク」	T_{rq}
「出力」	P_{wr}
「ポンプ」	P_{pmp}
「走行」	drv

「アクセル」	$a c c$
「発電」	$g e n$
「要求」	$r e q$
「指令（目標値）」	t
「走行電動機」、「回生電力」	$m o t$

[0024]	油圧要求出力	$P_{w r p m p r e q}$	… (1) 式
	アクセル要求トルク	$T_{r q a c c r e q}$	…図6のアクセル要求トルクマップ
	走行要求トルク	$T_{r q d r v r e q}$	… (2) 式
	走行要求出力	$P_{w r d r v r e q}$	… (3) 式
	エンジン出力指令	$P_{w r e n g t}$	… (9) 式
	回生電力低減指令	$d P_{w r m o t t}$	… (6) 式
	発電出力指令	$P_{w r g e n t}$	… (8) 式
	発電電動機トルク指令	$T_{r q g e n t}$	… (10) 式
	走行電動機トルク指令	$T_{r q m o t t}$	… (12) 式
	エンジン回転数指令	$N_{e n g t}$	
	制動トルク指令	$T_{r q b r k t}$	… (13) 式
	エンジン回転数	$N_{e n g}$	
	走行電動機回転数	$N_{m o t}$	

[0025] ー許容充電電力ー

蓄電管理部110は、キャパシタ3の許容充電電力を演算して出力演算部140に出力する。蓄電管理部110には、コンバータ4で検出されるキャパシタ3の蓄電電圧が入力される。蓄電管理部110は、コンバータ4から入力したキャパシタ3の蓄電電圧と、メインコントローラ100内の記憶装置（不図示）に記憶された許容充電電力マップとに基づいて、キャパシタ3の許容充電電力を算出する。

[0026] 図4に許容充電電力マップの一例を示す。図4では、 $V_{c m i n}$ 、 $V_{c m a x}$ はそれぞれキャパシタ3が劣化しにくい使用範囲における最低電圧、最

高電圧である。許容充電電力マップは、キャパシタ 3 の蓄電電圧が最高電圧 V_{cmax} を超えないように、許容充電電力が最高電圧 V_{cmax} 付近で 0 以下になるように設定されている。一方、図 4 において、 I_{cmax} はコンバータ 4 の最大電流制限に基づいて設定される。許容充電電力マップは、充電電流が最大電流制限 I_{cmax} を超えないように蓄電電圧が低いほど許容充電電力が小さくなるようにも設定されている。

なお、上記は充電時における例を説明するものであるが、放電時においても同様の演算が成される。

[0027] ー油圧要求演算部 120ー

油圧要求演算部 120 は、油圧ポンプ 9 の油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ を演算する。油圧要求演算部 120 には、リフトレバーおよびバケットレバー、すなわち操作装置 31 からレバー信号が入力され、油圧ポンプ 9 とコントロールバルブ 11 との間に設けられた圧力センサ（不図示）からポンプ圧 p_{pmp} が入力される。なお、説明を簡略化するため、ステアリングホイールの操作およびステアリングシリンダ 12 の動作については演算に含めないものとする。

[0028] 図 5 は、ポンプ要求流量マップの一例を示す図である。ポンプ要求流量マップは、レバー信号にポンプ要求流量がほぼ比例するように設定され、メインコントローラ 100 の記憶装置（不図示）に記憶されている。油圧要求演算部 120 は、受信したレバー信号とポンプ要求流量マップとに基づいて、ポンプ要求流量 q_{pmpreq} を算出する。そして油圧要求演算部 120 は、算出したポンプ要求流量 q_{pmpreq} と、受信したポンプ圧力 p_{pmp} とを用いて、以下の（1）式により油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ を算出する。

$$P_{wrpmpreq} = q_{pmpreq} \cdot p_{pmp} \quad \dots (1)$$

なお、説明を簡略化するため、油圧ポンプ 9 の効率は考慮しないものとし、以下の計算式においても同様に油圧ポンプ 9 の効率は含まれない。

[0029] ー走行要求演算部 130ー

走行要求演算部 130 は、走行時に走行電動機 7F, 7R に要求されるト

ルクである走行要求トルク $T_{rq\,drv\,req}$ を (2) 式に基づいて算出して出力し、走行時に走行電動機 7 で消費または発生 (回生) される電力である走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ を (3) 式に基づいて算出して出力する。このとき、走行要求演算部 130 は、メインコントローラ 100 の記憶装置 (不図示) に記憶されたアクセル要求トルクマップを用いて演算を行う。

[0030] 図 6 にアクセル要求トルクマップの一例を示す。アクセル要求トルクマップは速度段ごとに設けられる。(a) が 1 速、(b) が 2 速、(c) が 3 速の特性である。アクセル要求トルク $T_{rq\,acc\,req}$ は、アクセル信号と、走行電動機 7 F, 7 R の回転数の絶対値とに基づいて算出される。すなわち、走行要求演算部 130 は、シフトスイッチ 40 から入力される速度段信号と、アクセルペダルの踏込量を検出するセンサ 290 から入力されるアクセル信号と、車両の走行速度に相当する、回転数センサ 22 から入力される走行電動機回転数 N_{mot} とに基づいて、設定された速度段に対応するアクセル要求トルクマップを選択してアクセル要求トルク $T_{rq\,acc\,req}$ を算出する。そして、走行要求演算部 130 は、算出したアクセル要求トルク $T_{rq\,acc\,req}$ と、前後進スイッチから入力される前後進スイッチ信号 V_{FNR} と、車両の走行速度に相当する、回転数センサ 22 から入力される走行電動機回転数 N_{mot} と、ブレーキペダルの踏込量を検出するセンサ 291 から入力されるブレーキ信号 V_{brk} とを用いて、以下の (2) 式により走行要求トルク $T_{rq\,drv\,req}$ を算出する。

$$T_{rq\,drv\,req} = sign(V_{FNR}) \cdot T_{rq\,acc\,req} - sign(N_{mot}) \cdot K_{brk} \cdot V_{brk} - sign(N_{mot}) \cdot \alpha \cdot N_{mot} \quad \dots (2)$$

ただし、 $sign$ は符号関数であり、引数が正の場合は「1」を、負の場合は「-1」を、0 の場合は「0」を返すものとする。さらに、前後進スイッチ信号 V_{FNR} は、前後進スイッチが前進方向の場合は「1」を、後進方向の場合は「-1」を、中立の場合は「0」を示す。 K_{brk} は比例定数であり、ブレーキペダルの操作によって過不足のない減速が得られるように予め設定されている。また、 α は、速度段とアクセルペダル踏込量の関数であり、速度

段が小さいほど大きな値を、アクセルペダル踏込量が小さいほど大きな値を設定している。

[0031] 式(2)の右辺の第3項は、ハイブリッドホイールロードにおいて、トルコン車両で得られるエンジンブレーキと同等のエンジンブレーキフィーリングを得るために導入するものである。たとえば、本発明の実施形態では、図7に示すように、トルコン車両と同様な車速に応じた回生制動力を得るようにしている。図7は、アクセルペダルとブレーキペダルのいずれも踏み込んでいない場合の回生制動力を1速、2速、3速について示している。

ただし、後述するように、高速走行中は回生電力のすべてをキャパシタ3に充電することができない。そのため、高速走行中の回生運転においては、式(6)で説明するように回生電力を低減する制御を行う。その結果、図7(b)により後で詳細に説明するように、回生制動力がその上限限界線L4で制限され、各速度段の回生制動力L1～L3は上限限界線L4で最大値が制限される。そこで、本発明では、図7(c)の線L4よりも上側の不足分を油圧ブレーキで補うものである。これらの制御は後で詳細に説明する。

[0032] 走行要求演算部130には、コンバータ4で検出されるDC電圧 V_{DC} と、走行インバータ8F、8Rで検出される走行直流電流(DC電流) $I_{DC\ mot}$ が入力されている。ただし、走行DC電流は走行インバータ8F、8Rの電力線側を流れるDC電流であり、消費側を正とし、回生側を負とする。走行要求演算部130は、DC電圧 V_{DC} と、走行DC電流 $I_{DC\ mot}$ とを用いて、以下の(3)式により走行要求出力 $P_{wr\ drv\ req}$ を算出する。

$$P_{wr\ drv\ req} = V_{DC} \cdot I_{DC\ mot} \quad \cdots (3)$$

(3)式によれば、回生運転時の走行要求出力 $P_{wr\ drv\ req}$ は負の値をとる。

[0033] ー出力管理部140ー

出力管理部140には、エンジンコントローラ2からのエンジン回転数 N_{ng} と、蓄電管理部110からの許容充電電力 $P_{wr\ chg\ max}$ と、油圧要求演算部120からの油圧要求出力 $P_{wr\ pmp\ req}$ と、走行要求演算部130からの

走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ とが入力される。

出力管理部 140 は、(4) 式に基づいて余剰電力 $P_{wr\,sup}$ を算出する。また、(5) 式に基づいて傾転角増加指令 dD_{pmp} を算出して出力し、(6) 式に基づいて回生電力低減指令 $dP_{wr\,mot\,t}$ を算出して出力し、(8) 式に基づいて発電出力指令 $P_{wr\,gen\,t}$ を算出して出力し、(9) 式に基づいてエンジン出力指令 $P_{wr\,eng\,t}$ を算出して出力する。

なお、出力管理部 140 は、エンジン回転数を受信して演算に用いているが、エンジン 1、発電電動機 5 および油圧ポンプ 9 が機械的に接続されているため、エンジン回転数に代えて発電電動機 5 および油圧ポンプ 9 の回転数をセンサ等を介して適宜受信して演算に用いてもよい。

[0034] (余剰電力)

出力管理部 140 は、走行要求演算部 130 で (3) 式で算出した走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ を受信する。この走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ が 0 以上であれば、出力管理部 140 はハイブリッド式作業車両 200 が力行運転中と判断し、走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ が負であればハイブリッド式作業車両 200 が回生運転中と判断する。ハイブリッド式作業車両 200 が回生運転中と判断すると、出力管理部 140 は、蓄電管理部 110 からの許容充電電力 $P_{wr\,chg\,max}$ と、走行要求演算部 130 からの走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ とを用いて、以下の (4) 式により、余剰電力 $P_{wr\,sup}$ を算出する。

$$P_{wr\,sup} = \max(|P_{wr\,drv\,req}| - P_{wr\,chg\,max}, 0) \dots (4)$$

[0035] 回生時の走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ の絶対値が許容充電電力 $P_{wr\,chg\,max}$ より大きいとき、その差が余剰電力 $P_{wr\,sup}$ として計算される。

すなわち、余剰電力 $P_{wr\,sup}$ とは、回生運転中の走行電動機 7F, 7R による回生電力がキャパシタ 3 に充電可能な許容充電電力を上回っている電力である。したがって、この余剰電力は、発電電動機 5 を駆動して消費するか、あるいは、回生電力自体を低減して余剰電力自体を低減する必要がある。

余剰電力 $P_{wr\,sup}$ の消費は、(10) 式で算出される発電電動機トルク指令 $T_{rq\,gen\,t}$ により発電電動機 5 を駆動することで消費される。また、余剰

電力 $P_{wr sup}$ は、エンジン回転数 N_{eng} とその第2閾値 $N_{eng th2}$ との差($N_{eng} - N_{eng th2}$)から(6)式で算出される回生電力低減指令により低減される。この点は後に詳述する。

[0036] 出力管理部140は、算出した余剰電力 $P_{wr sup}$ が0か否かを監視することで、走行電動機7F、7Rで発生した全ての回生電力をキャパシタ3に充電可能か否か、すなわち余剰電力 $P_{wr sup}$ が発生するか否かを判定する。ただし、力行運転中と判断されている場合には、余剰電力 $P_{wr sup}$ は0に設定される。

すなわち、出力管理部140は、(4)式で算出される余剰電力 $P_{wr sup}$ から以下のことを認識することができる。

(a) 余剰電力 $P_{wr sup}$ が0のときは、回生電力でキャパシタ3を充電することができることを認識する。

(b) 余剰電力 $P_{wr sup}$ が0ではないときは、回生電力でキャパシタ3を充電することができないと認識する。

出力管理部140は(b)を認識すると、発電電動機5を電動モードで駆動して回生電力を消費するか、もしくは、回生電力低減指令により余剰電力自体を低減する。

[0037] (エンジン回転数判定)

出力管理部140は、ハイブリッド式作業車両200が回生運転中と判断すると、エンジン1の回転数 N_{eng} が第1設定閾値 $N_{eng th1}$ 以下であるか、さらに第2設定閾値 $N_{eng th2}$ 以下であるかを判定する。ここで、第1設定閾値 $N_{eng th1}$ および第2設定閾値 $N_{eng th2}$ は、「エンジン1のアイドル回転数 $<$ 第1設定閾値 $N_{eng th1} <$ 第2設定閾値 $N_{eng th2} <$ min(エンジン1の最高回転数、油圧ポンプ9の最高回転数)」を満たすように設定されている。第1設定閾値 $N_{eng th1}$ および第2設定閾値 $N_{eng th2}$ は、メインコントローラ100の記憶装置に記憶され、必要に応じて適宜再設定が可能である。なお、エンジン1の回転数に代えて、発電電動機5の回転数を用いても良いし、油圧ポンプ9の回転数を用いても良い。

[0038] 出力管理部140は、入力されたエンジン1の回転数と第1設定閾値 N_{eng_th1} と第2設定閾値 N_{eng_th2} とを比較して、エンジン1が低回転モードか、回転抑制モードか、高回転モードかを判定する。この場合、エンジン1の回転数 N_{eng} が第1設定閾値 N_{eng_th1} 以下であれば、出力管理部140はエンジン1を低回転モードと判定する。エンジン1の回転数 N_{eng} が第1設定閾値 N_{eng_th1} よりも大きく第2設定閾値 N_{eng_th2} 以下であれば、出力管理部140はエンジン1を回転抑制モードと判定する。エンジン1の回転数 N_{eng} が第2設定閾値 N_{eng_th2} よりも大きい場合は、出力管理部140はエンジン1を高回転モードと判定する。

[0039] なお、ハイブリッド式作業車両200が力行運転中と判断された場合には、出力管理部140は、エンジン回転数 N_{eng} の大小にかかわらず、エンジン1を通常モードと判定する。

以上のように、この実施の形態のハイブリッド作業車両200ではエンジン1の運転モードを以下の4つのモードに分類している。

回生運転時は、低回転モードと、回転抑制モードと、高回転モードに分類し、力行運転時は、通常モードに分類する。

[0040] (掘削装置動作判定)

出力管理部140は、油圧要求演算部120で(1)式から算出された油圧要求出力 $P_{wr_pmp_req}$ に基づいて、リフトシリンダ13およびバケットシリンダ14のいずれが動作中であることを判定する。油圧要求出力 $P_{wr_pmp_req}$ が、たとえばポンプ圧力×最小吐出流量で算出される設定値以上であれば、出力管理部140はリフトシリンダ13およびバケットシリンダ14が動作中であると判定する。

[0041] なお、油圧要求出力 $P_{wr_pmp_req}$ に代えて、操作装置31の操作を検出してリフトシリンダ13およびバケットシリンダ14のいずれが動作中であることを判定してもよい。この場合、操作装置31からレバー信号が出力されていることを検出するセンサ、たとえば、レバー信号が油圧信号の場合は圧力センサを設け、出力管理部140は、センサによって検出された検出値を用

いて上記シリンダ 13～14 のいずれかが動作中であると判定すればよい。
また、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 の伸縮速度を検出するセンサを設け、出力管理部 140 は、センサにより検出された検出速度を用いて判定してもよい。

[0042] (傾転角増加指令)

さらに、出力管理部 140 は、以下の 3 つの条件 (i) ～ (i i i) を満たす場合に、油圧ポンプ 9 の傾転角を増加するための傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を下記 (5) 式にしたがって算出する。

(i) ハイブリッド式作業車両 200 が回生運転中と判定されている。

(i i) 走行電動機 7F, 7R の余剰電力で発電電動機 5 が駆動されているとき、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 のいずれも動作中ではないと判定されている。

(i i i) エンジン 1 が高回転モードと判定されている。

[0043] 出力管理部 140 は、エンジンコントローラ 2 から入力されたエンジン回転数 N_{eng} と、第 1 設定閾値 $N_{eng\ th1}$ とを用いて、以下の (5) 式により傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を算出する。

$$dD_{pmp\ t} = \max \{ K_{nD} (N_{eng} - N_{eng\ th1}), 0 \} \cdots (5)$$

ただし、 K_{nD} は、第 1 設定閾値 $N_{eng\ th1}$ と実回転数 N_{eng} の差から傾転角増加指令を算出する比例定数であり、あらかじめメインコントローラ 100 に記憶されている。

[0044] なお、走行電動機 7F, 7R の余剰電力で電動発電機 5 が駆動されている場合であっても、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 のいずれかが動作中である場合には、出力管理部 140 は傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を 0 に設定する。また、力行運転中と判定された場合には、出力管理部 140 は傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を 0 に設定する。さらに、回生運転中、回生電力の全量がキャパシタ 3 に充電することができず余剰電力が 0 でなく、かつ、油圧ポンプ 9 の負荷が小さいときには、出力管理部 140 は、(5) 式で算出された傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を出力する。その結果、油圧ポンプ 9 の傾

転角が大きくなって余剰電力の消費量が増加する。

[0045] 回生運転中に上記の（５）式に基づいて傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ が算出された場合、エンジン回転数 N_{eng} が高くなるほど傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ が大きくなり、油圧ポンプ 9 の吐出容量が大きくなる。この結果、エンジン回転数 N_{eng} が高くなるほど、油圧ポンプ 9 の負荷トルク、すなわち回生電力消費量を大きくすることができる。その結果、回生制動力も大きくなる。

[0046] （回生電力低減指令）

出力管理部 140 は、走行電動機 7F, 7R の余剰電力で発電電動機 5 が駆動され、かつエンジン 1 が高回転モードと判定された場合に、走行電動機 7F, 7R が発電する回生トルクを低減するための回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ を算出する。出力管理部 140 は、エンジンコントローラ 2 から入力されたエンジン回転数 N_{eng} と、第 2 設定閾値 $N_{eng\ th2}$ とを用いて、以下の（６）式により回生電力低減指令（回生電力低減目標値） $dP_{wr\ mot\ t}$ を算出する。

$$dP_{wr\ mot\ t} = \max \{ K_{nP} (N_{eng} - N_{eng\ th2}), 0 \} \cdots (6)$$

なお、（６）式において、 K_{nP} は、第 2 設定閾値 $N_{eng\ th2}$ と実エンジン回転数 N_{eng} との差から回生電力低減指令を算出する比例定数である。

エンジン 1 が通常モード、低回転モード、回転抑制モードのいずれかの場合には、出力管理部 140 は回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ を 0 に設定する。

[0047] 上記の（６）式に基づいて回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ が算出されると、エンジン回転数 N_{eng} が高くなるほど、回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ が大きくなり、走行電動機 7F, 7R の回生電力が小さくなる。この結果、エンジン回転数 N_{eng} が高くなるほど、余剰電力 $P_{wr\ sup}$ を小さくすることができる。

この回生電力低減指令制御は、エンジン 1 の回転数が高速域で走行しているときに、例えば、アクセルペダルを解放して作業車両 200 が回生運転に入るような場合にて、余剰電力 $P_{wr\ sup}$ が大きすぎることに伴うエンジン回

転数 N_{eng} の過回転を防止することができる。

[0048] (消費電力)

出力管理部 140 は、ハイブリッド式作業車両 200 が回生運転中であると判定した場合に、走行電動機 7F, 7R で発生する回生電力のうち発電電動機 5 で消費すべき電力である消費電力 P_{wrcns} を算出する。出力管理部 140 は、(4) 式で算出した余剰電力 P_{wrsup} と、(6) 式で算出した回生電力低減指令 dP_{wrmott} とを用いて、以下の (7) 式から消費電力 P_{wrcns} を算出する。

$$P_{wrcns} = \max(P_{wrsup} - dP_{wrmott}, 0) \cdots (7)$$

ただし、出力管理部 140 は、ハイブリッド式作業車両 200 が力行運転中と判定した場合には、消費電力 P_{wrcns} を 0 に設定する。

[0049] 上記の (7) 式を用いて消費電力 P_{wrcns} を算出すると、出力管理部 140 は、走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ と消費電力 P_{wrcns} に基づいて、以下の式 (8) から発電出力指令 (発電出力目標値) P_{wrgent} を算出する。

$$P_{wrgent} = \max(P_{wrdrvreq}, 0) - P_{wrcns} \cdots (8)$$

[0050] 力行運転時と回生運転時に (8) 式で算出される発電出力指令 P_{wrgent} をまとめると以下のとおりである。

力行運転時、消費電力 P_{wrcns} は 0 に設定され、また、走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ は正の値をとるので、(8) 式の発電出力指令 P_{wrgent} は、(3) 式で算出される走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ となる。一方、回生運転時、走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ は負の値をとるので、(8) 式の発電出力指令 P_{wrgent} は、(7) 式で算出される消費電力 P_{wrcns} となる。

換言すると、力行時の発電出力指令 P_{wrgent} は走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ であり、回生時の発電出力指令 P_{wrgent} は消費電力 P_{wrcns} であり、負の値をとる。

[0051] 出力管理部 140 は、油圧要求演算部 120 からの油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ と、(8) 式で算出した発電出力指令 P_{wrgent} とを用いて、以下の (9) 式によりエンジン出力指令 (エンジン出力目標値) P_{wrengt} を算出する

。

$$P_{wr eng t} = P_{wr pmp req} + P_{wr gen t} \quad \cdots (9)$$

[0052] 力行運転時と回生運転時に（９）式で算出されるエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ をまとめると以下のとおりである。

力行運転時、出力管理部１４０が算出するエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ は、ポンプ要求流量 $q_{pmp req}$ とポンプ圧力 p_{pmp} との積である油圧要求出力 $P_{wr pmp req}$ （（１）式で算出される）に、（８）式で算出した走行要求出力 $P_{wr drv req}$ である発電出力指令 $P_{wr gen t}$ を加算したものとなる。

回生運転時、出力管理部１４０が算出するエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ は、ポンプ要求流量 $q_{pmp req}$ とポンプ圧力 p_{pmp} との積である油圧要求出力 $P_{wr pmp req}$ （（１）式で算出される）に、（７）式で算出した消費電力 $P_{wr cn}$ である発電出力指令 $P_{wr gen t}$ を加算したものとなる。

換言すると、力行時のエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ は油圧要求出力 $P_{wr pmp req}$ に走行要求出力 $P_{wr drv req}$ を加算したものであり、回生時のエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ は油圧要求出力 $P_{wr pmp req}$ から消費電力 $P_{wr cns}$ を減算したものである。油圧要求出力 $P_{wr pmp req}$ が０の場合、エンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ は消費電力 $P_{wr cns}$ となる。

[0053] ー目標回転数演算部１５０ー

目標回転数演算部１５０は、エンジンコントローラ２に送信するエンジン回転数指令（エンジン回転数目標値） $N_{eng t}$ を算出する。目標回転数演算部１５０は、出力管理部１４０で算出されたエンジン出力指令 $P_{wr eng t}$ に基づいて、エンジン等燃費マップを用いて、最もエンジン効率が高くなる動作点を算出する。そして、目標回転数演算部１５０は、算出した動作点でのエンジン回転数をエンジン回転数指令 $N_{eng t}$ とする。エンジンコントローラ２は、エンジン回転数指令 $N_{eng t}$ を目標回転数演算部１５０から受信すると、そのエンジン回転数指令が示すエンジン回転数でエンジン１を回転させる。

[0054] ー発電電動機制御部１６０ー

発電電動機制御部１６０には、エンジンコントローラ２からのエンジン回

転数 N_{eng} と、出力管理部 140 からの発電出力指令 P_{wrgent} と、目標回転数演算部 150 からのエンジン回転数指令 N_{engt} とが入力される。発電電動機制御部 160 は、これらの値を用いて、以下の (10) 式によって発電電動機トルク指令（発電電動機トルク目標値） T_{rqgent} を算出する。

$$T_{rqgent} = \max \{ K_p (N_{engt} - N_{eng}), 0 \} - P_{wrgent} / N_{eng} \quad \dots (10)$$

ただし、 K_p は、エンジン回転数 N_{eng} とエンジン回転数指令 N_{engt} との差から発電電動機トルクを算出する比例定数である。

そして、発電電動機制御部 160 は、算出した発電電動機トルク指令 T_{rqgent} を発電インバータ 6 へ送信する。これにより、発電電動機 5 が駆動制御される。

[0055] 力行運転時と回生運転時に (10) 式で算出される発電電動機トルク指令 T_{rqgent} をまとめると以下のとおりである。

力行運転時、エンジン回転数指令 N_{engt} はエンジン回転数 N_{eng} より大きい。したがって、力行運転時、発電電動機制御部 160 は、 $K_p (N_{engt} - N_{eng})$ で求めた要求トルクから、エンジン出力指令 P_{wrengt} をエンジン回転数 N_{eng} で除して得られるトルクを減算することにより、発電電動機トルク指令 T_{rqgent} を算出する。力行運転時のエンジン出力指令 P_{wrengt} は、油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ に走行要求出力 $P_{wrdrvreq}$ を加算したものである。

一方、回生運転時、エンジン回転数指令 N_{engt} はエンジン回転数 N_{eng} より小さい。また、回生時のエンジン出力指令 P_{wrengt} は油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ に消費電力 P_{wrcns} を加算したものである。したがって、回生運転時に発電電動機制御部 160 が算出する発電電動機トルク指令 T_{rqgent} は、油圧要求出力 $P_{wrpmpreq}$ から消費電力 P_{wrcns} を減算した値をエンジン回転数 N_{eng} で除して得られるトルクとなる。

[0056] 一傾転角制御部 170 -

傾転角制御部 170 は、下記の (11) 式に基づいて傾転角制御信号 V_{Dp}

t を算出して、この傾転角制御信号に基づいて油圧ポンプ9の図示しないレギュレータを駆動することによって、油圧ポンプ9の傾転角、すなわち容量を制御する。傾転角制御部170は、エンジンコントローラ2からのエンジン回転数 N_{eng} と、油圧要求演算部120からのポンプ要求流量 $q_{pmp\ req}$ と、出力管理部140からの傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ とを用いて、以下の(11)式によって傾転角制御信号 $V_{Dp\ t}$ を算出する。

$$V_{Dp\ t} = K_{Dp} \{ (q_{pmp\ req} / N_{eng}) + dD_{pmp\ t} \} \quad \dots (11)$$

なお、 K_{Dp} は、油圧ポンプの傾転角を目標値とするために必要な傾転制御信号を算出するための比例定数である。

また、力行運転中と判定された場合には、出力管理部140は傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を0に設定する。さらに、回生運転中、回生電力の全量がキャパシタ3に充電することができず余剰電力が0でなく、かつ、油圧ポンプ9の負荷が小さいときには、出力管理部140は、(5)式で算出された傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ を出力する。その結果、油圧ポンプ9の傾転角が大きくなって余剰電力の消費量が増加する。

[0057] 傾転角増加指令 $dD_{pmp\ t}$ が0の場合、すなわち、(1)力行運転中と判定された場合、または、(2)走行電動機7F、7Rの余剰電力で発電電動機5が駆動され、リフトシリンダ13およびバケットシリンダ14のいずれかが動作中の場合には、傾転角制御信号 $V_{Dp\ t}$ が以下のように設定される。すなわち、操作装置31を介してオペレータから要求されるポンプ要求流量に実際のポンプ吐出流量が保持されるように傾転角制御信号 $V_{Dp\ t}$ が設定される。したがって、油圧ポンプ9の傾転角は、油圧ポンプ9の吐出量がオペレータによって要求する値(ポンプ要求流量)に保持されるように、エンジン1、発電電動機5または油圧ポンプ9の回転数の増加に合わせて小さくなるように制御される。

[0058] 一走行電動機・ブレーキ制御部180ー

走行電動機・ブレーキ制御部180には、走行要求演算部130で(2)式から算出された走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ と、回転数センサ22からの走

行電動機回転数 N_{mot} と、出力管理部 140 で (6) 式から算出された回生電力低減指令 $dP_{wr mot t}$ とが入力されている。走行電動機・ブレーキ制御部 180 は、これらの値を用いて、以下の (12) 式によって走行電動機トルク指令 $T_{rq mot t}$ を算出する。

$$T_{rq mot t} = \text{sign}(T_{rq drv req}) \cdot \max \{ |T_{rq drv req}| - (dP_{wr mot t}) / |N_{mot}|, 0 \} \quad \dots (12)$$

ただし、 sign は符号関数であり、引数が正の場合は 1 を、負の場合は「-1」を、0 の場合は「0」を返すものとする。

[0059] 走行電動機・ブレーキ制御部 180 は、算出した走行電動機トルク指令 $T_{rq mot t}$ を走行インバータ 8F, 8R に送信する。これにより、走行電動機 7F, 7R の力行・回生が制御される。すなわち、走行電動機・ブレーキ制御部 180 は、アクセルペダル踏込量と、ブレーキペダル踏込量と、選択された速度段とに基づいて (2) 式で算出した走行要求トルク $T_{rq drv req}$ の絶対値を算出する。力行運転時、走行要求トルク $T_{rq drv req}$ は正、回生電力低減指令 $dP_{wr mot t}$ がゼロなので、(12) 式で算出される走行電動機トルク指令 $T_{rq mot t}$ は走行要求トルク $T_{rq drv req}$ となる。

[0060] 回生運転時、回生電力の全量をキャパシタ 3 に充電することができず余剰電力が 0 でなく、かつ、エンジンが第 2 設定閾値 $N_{eng th2}$ 以上の高速で運転されているとき（エンジンが高速モードのとき）、(6) 式から回生電力低減指令値 $dP_{wr mot t}$ が算出される。走行要求トルクの絶対値 $|T_{rq drv req}|$ から、回生電力低減指令 $dP_{wr mot t}$ を走行電動機回転数 N_{mot} の絶対値で除して求めた回生電力低減トルクを減算する。この減算結果は、走行要求トルク $T_{rq drv req}$ が負のときは負の値となり、負の値を有する走行電動機トルク指令 $T_{rq mot t}$ 、すなわち、回生制動トルク指令となる。

[0061] また、走行電動機・ブレーキ制御部 180 は、(12) 式から算出した走行電動機トルク指令 $T_{rq mot t}$ と、走行要求トルク $T_{rq drv req}$ と、走行電動機回転数 N_{mot} とを用いて、以下の (13) 式により制動トルク指令 $T_{rq brk t}$ を算出する。

$$T_{rq\ brk\ t} = \max \{ -sign(N_{mot}) \cdot (T_{rq\ drv\ req} - T_{rq\ mot\ t}), 0 \}$$

… (13)

ただし、 $sign$ は符号関数であり、引数が正の場合は1を、負の場合は「-1」を、0の場合は「0」を返すものとする。

[0062] (13)式により制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ は次のように算出される。まず、アクセルペダル踏込量と、ブレーキペダル踏込量と、選択された速度段とに基づいて(2)式で算出した走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ から、(12)式で算出した走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ が減算される。力行運転時、走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ は走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ であるから、制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ はゼロである。

回生運転時、走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ も走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ もいずれも負であり、また、走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ の絶対値は走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ の絶対値よりも大きいので、 $(T_{rq\ drv\ req} - T_{rq\ mot\ t})$ は負である。符号関数 $\{-sign(N_{mot})\}$ は電動機が前進(正転)しているときは「-1」、電動機が後進(逆転)しているときは「1」である。したがって、前進時の回生運転時は、 $\{-sign(N_{mot}) \cdot (T_{rq\ drv\ req} - T_{rq\ mot\ t})\}$ が正となり、この正の値が回生運転時の制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ として選択されて使用される。

[0063] ここで、本発明による速度段ごとの回生制動力について、上記(2)、(6)、(12)、(13)式に関連して説明する。

上述したように、エンジン1が高回転モードで運転されているときに回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ が式(6)に基づき算出される。この回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ は、余剰電力により発電電動機5が駆動され、かつ、発電電動機5により駆動されるエンジン回転数 N_{eng} が第2設定閾値 $N_{eng\ th2}$ を超えているときに、発電電動機5が発生する回生電力を低減するものである。そして、エンジン回転数 N_{eng} が大きいほど回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$

t は大きくなる。ここで、走行電動機 7 F, 7 R の回転数が大きいとき、すなわち、車速が大きいときに余剰電力が大きくなり、その結果として発電電動機 5 で駆動されるエンジン回転数も大きくなる。

このように車速が速いほど回生電力低減指令 $dP_{wr mot t}$ が大きくなるということは、車速が速いとき、回生電力は頭打ちになる。電力は車速と制動力との積で表されるので、車速が速いほど回生制動力が小さくなるということである。この現象が図 7 (c) に回生制動力上限限界線 L 4 で示されている。

[0064] 一方、式 (2) の右辺第 3 項によれば、速度段に応じて α を設定することにより、トルコン車両と同等のエンジnbrake力、すなわち回生制動力が得られる。たとえば、図 7 (a) の直線 L 1 ~ L 3 のように、速度段が大きいほど、車速に応じた回生制動力が大きくなるように α が設定される。ところが、上述したように、本発明では、回生走行中にエンジンが高回転モードで運転されている時は、(6) 式により、エンジン回転数が高いほど、すなわち車速が速いほど回生制動力が小さくなる。そのため、図 7 (b) に示されるように、各速度段の線分 L 1 ~ L 3 が回生制動力上限限界線 L 4 を超えた領域では、式 (2) で設定した回生制動力が得られない。そこで、本発明では、回生制動力上限限界線 L 4 よりも上側の領域内では油圧ブレーキを併用してトルコン車両と同等のエンジnbrake力を得るようにしている。

[0065] ブレーキ制御部 190 -

走行電動機・ブレーキ制御部 180 で演算された制動トルク指令 $T_{rq brk t}$ から次式 (14) を用いてブレーキ制御信号 $V_{brk t}$ を演算する。

$$V_{brk t} = K_{brk} T_{rq brk t} \quad \dots (14)$$

ただし、 K_{brk} は、制動トルク指令 $T_{rq brk t}$ と油圧ブレーキの実際の制動トルクとが一致するように予め設定された比例定数である。

ブレーキ制御信号 $V_{brk t}$ に基づいて油圧ブレーキ制御弁 35 a, 35 b が駆動され、油圧ブレーキ 36 a, 36 b が車輪 18 を制動する。これが回生協調時の機械的ブレーキ力である。

[0066] −メインコントローラ100の処理−

以下、メインコントローラ100により行われる処理について詳細に説明する。以下の説明は、ハイブリッド式作業車両200が力行運転中の場合と、回生運転中の場合とに分けて行う。

−力行運転の場合−

力行運転時に走行電動機・ブレーキ制御部180から出力される走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ を説明する。上述したように、走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ は(12)式から算出される。力行運転時、走行電動機・ブレーキ制御部180は、走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ として、走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ を出力する。走行用インバータ8F, 8Rはこの走行要求トルク指令 $T_{rq\ drv\ req}$ により駆動され、走行電動機7F, 7Rは要求されたトルクを出力する。

[0067] メインコントローラ100の出力管理部140は、上述したように、走行要求演算部130で算出された走行要求出力 $P_{wr\ drv\ req}$ が0以上の場合に、ハイブリッド式作業車両200が力行運転中と判断する。そして、メインコントローラ100は、走行電動機7F, 7Rに必要な電力を供給するために、(8)式により発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ および(9)式によりエンジン出力指令 $P_{wr\ eng\ t}$ を算出する。発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ により発電電動機6が駆動され、エンジン出力指令 $P_{wr\ eng\ t}$ によりエンジンが駆動制御される。

[0068] 走行電動機・ブレーキ制御部180は上述した(13)式により制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ を算出する。上述したように、力行運転時、(13)式から算出され制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ はゼロである。

[0069] −回生運転の場合−

回生時に走行電動機・ブレーキ制御部180から出力される走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ を説明する。上述したように、走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ は式(12)から算出される。回生時、走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ は負であり、高回転モードでは回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ が所定値となる

。走行要求トルクの絶対値 $|T_{rq\,drv\,req}|$ から、回生電力低減指令 $dP_{wr\,mot\,t}$ を走行電動機回転数 N_{mot} の絶対値で除して求めた回生電力低減トルクを減算した値の負の値が走行電動機トルク指令 $T_{rq\,mot\,t}$ となる。これが回生制動トルクである。インバータ 8 F, 8 R はこの回生制動トルク指令に基づいて駆動され、走行電動機 7 F, 7 R からの回生電力を取り出し、発電機インバータ 6 により発電電動機 5 を駆動制御する。

[0070] メインコントローラ 100 の出力管理部 140 は、上述したように、走行要求演算部 130 で算出された走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ が負の場合に、ハイブリッド式作業車両 200 が回生運転中と判断する。この場合、メインコントローラ 100 の出力管理部 140 は、走行電動機 7 F, 7 R で発電された回生電力をキャパシタ 3 および発電電動機 5 へ配分するために、(8) 式により発電出力指令 $P_{wr\,gen\,t}$ 、(9) 式によりエンジン出力指令 $P_{wr\,eng\,t}$ 、(5) 式より傾転角増加指令 $dD_{pmp\,t}$ 、(6) 式より回生電力低減指令値 $dP_{wr\,mot\,t}$ を算出する。発電出力指令 $P_{wr\,gen\,t}$ により発電電動機 6 が駆動され、エンジン出力指令 $P_{wr\,eng\,t}$ によりエンジンが駆動制御される。傾転角増加指令 $dD_{pmp\,t}$ によりポンプレギュレータが駆動制御される。

[0071] メインコントローラ 100 の出力管理部 140 は、上述した (4) 式を用いて算出した余剰電力 $P_{wr\,sup}$ が 0 の場合には、キャパシタ 3 への充電が可能と判断する。そして、回生運転時、発電電動機制御部 160 は、(10) 式にしたがって発電電動機トルク指令 $T_{rq\,gen\,t}$ を算出する。すなわち、回生運転時の発電電動機トルク指令 $T_{rq\,gen\,t}$ は、エンジン回転数指令と実エンジン回転数との差分に定数を乗じて得たトルクから、発電出力指令 $P_{wr\,gen\,t}$ をエンジン回転数 N_{eng} で除して得られるトルクを減算した値となる。メインコントローラ 100 が (10) 式で算出された発電電動機トルク指令 $T_{rq\,gen\,t}$ により発電インバータ 6 を駆動し、発電電動機 5 が回生電力により電動機モードで回生電力を消費する。

[0072] 出力管理部 140 は、回生運転中に算出した余剰電力 $P_{wr\,sup}$ が 0 以外の場合には、キャパシタ 3 への充電ができないと判断する。この場合、出力管

理部 140 は、エンジン 1 が低回転モードか、回転抑制モードか、高回転モードかを判定した後、余剰電力 $P_{wr sup}$ のうち発電電動機 5 で消費すべき電力である消費電力 $P_{wr cns}$ を算出する。各モードでの消費電力 $P_{wr cns}$ は次のとおりである。

[0073] ー低回転モードー

エンジン 1 が低回転モードの場合、すなわちエンジン 1 の回転数 N_{eng} が第 1 設定閾値 $N_{eng th1}$ 以下の場合、出力管理部 140 は、余剰電力 $P_{wr sup}$ と、回生電力低減指令値 $dP_{wr mot t}$ とを用いて、上記の (7) 式から消費電力 $P_{wr cns}$ を算出する。上述したように、エンジン 1 が低回転モードの場合には、出力管理部 140 は回生電力低減指令値 $dP_{wr mot t}$ を 0 に設定するので、低回転モードの場合には、余剰電力 $P_{wr sup}$ が消費電力 $P_{wr cns}$ となる。

[0074] ー回転抑制モードー

エンジン 1 が回転抑制モードの場合、出力管理部 140 は、ステアリングシリンダ 12、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 のいずれも動作中でなければ傾転角増加処理を行った後、上記の (7) 式から消費電力 $P_{wr cns}$ を算出する。傾転角増加処理では、出力管理部 140 は、エンジン回転数 N_{eng} と、第 1 設定閾値 $N_{eng th1}$ とを用いて、上記の (5) 式により傾転角増加指令 $dD_{pmp t}$ を算出する。そして、出力管理部 140 は、低回転モードの場合と同様に上記の (7) 式から消費電力 $P_{wr cns}$ を算出する。上述したように、エンジン 1 が回転抑制モードの場合には、出力管理部 140 は回生電力低減指令値 $dP_{wr mot t}$ を 0 に設定するので、回転抑制モードの場合においても、余剰電力 $P_{wr sup}$ が消費電力 $P_{wr cns}$ となる。

[0075] ー高回転モードー

エンジン 1 が高回転モードの場合、出力管理部 140 は、回生電力低減処理を行った後、上記の (7) 式から消費電力 $P_{wr cns}$ を算出する。回生電力低減処理では、出力管理部 140 は、エンジン回転数 N_{eng} と、第 2 設定閾値 $N_{eng th2}$ とを用いて、上記の (6) 式により回生電力低減指令値 $dP_{wr mo}$

t_t を算出する。なお、高回転モードの場合であっても、出力管理部140は、リフトシリンダ13およびバケットシリンダ14のいずれも動作中でなければ、回転抑制モードの場合と同様に傾転角増加処理を行う。

[0076] ブレーキ制御部190は、(13)式を用いて算出された制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ に基づいて、(14)式を用いてブレーキ制御信号 $V_{brk\ t}$ を算出し、油圧ブレーキ制御弁に出力する。これにより、ブレーキ制御部190は、回生電力低減指令 $dP_{wt\ mot\ t}$ により低減される走行電動機7F、7Rの回生トルクに相当する制動トルクを油圧ブレーキ36a、36bにて発生させる。

[0077] 上述したように、低回転モード、回転抑制モード、高回転モードのいずれかにおいて消費電力 $P_{wr\ cons}$ が算出されると、出力管理部140は、上記の(8)式を用いて発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ を算出する。発電電動機制御部160は、エンジン回転数 N_{eng} と、出力管理部140により算出された発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ と、エンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ とを用いて、上記の(10)式によって発電電動機トルク指令 $T_{rq\ gen\ t}$ を算出する。そして、発電電動機制御部160は、算出した発電電動機トルク指令 $T_{rq\ gen\ t}$ を発電インバータ6へ送信することによって、発電電動機5を制御する。その結果、余剰電力により生じるトルクが適宜減じられたトルク値によって発電電動機5が駆動される。

[0078] 発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ が算出されると、出力管理部140は、油圧要求演算部120からの油圧要求出力 $P_{wr\ pmp\ req}$ と、発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ とを用いて、上記の(9)式によりエンジン出力指令 $P_{wr\ eng\ t}$ を算出する。目標回転数演算部150は、出力管理部140で算出されたエンジン出力指令 $P_{wr\ eng\ t}$ に基づいて、上述したように、エンジン等燃費マップを用いて、エンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ を算出し、エンジンコントローラ2へ出力する。エンジンコントローラ2は、エンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ を目標回転数演算部150から受信すると、そのエンジン回転数指令が示すエンジン回転数でエンジン1を回転させる。

[0079] 本実施の形態におけるハイブリッド式作業車両 200 は、アクセルペダルもブレーキペダルも踏み込んでいない場合、オペレータにより設定された速度段と、車両の走行速度に相当する走行電動機回転数 N_{mot} とに応じて、走行電動機 7 F、7 R および油圧ブレーキ 36 a、36 b により、制動量を制御する。

図 7 に、速度段ごとの制動力と車両の走行速度との関係を示す。なお、図 7 においては、実線の L 1 は 1 速を、破線の L 2 は 2 速を、一点鎖線の L 3 は 3 速を示している。図 7 (a) は、各速度段ごとの走行速度と要求回生制動力との関係を示す。図示のように、小さい速度段が設定されているほど、走行速度の増加に伴う要求回生制動力が大きくなる。

[0080] しかし、走行電動機 7 F、7 R による回生制動力には、上記 (6) 式に起因する上限が存在する。図 7 (b) では、この上限を二点鎖線の L 4 で示す。L 4 が表すように、車両の走行速度が増加するほど回生制動力は漸減する。図 7 (b) に示すように、1 速の場合には、走行速度が V_1 になるまでは回生制動力は L 1 に沿って増加し、走行速度が V_1 を超えると回生制動力は L 4 に沿って漸減する。このため、走行速度が V_1 を超える場合には、走行電動機 7 F、7 R による回生制動力では、必要な要求回生制動力を得ることができなくなる。2 速、3 速の場合にも、それぞれ走行速度が V_2 、 V_3 を超えると、回生制動力が L 4 に沿って漸減するので、必要な要求回生制動力を得ることができなくなる。なお、以後の説明では、走行速度 V_1 、 V_2 、 V_3 を上限速度と呼ぶ。

[0081] 本実施の形態では、上述のように走行電動機 7 F、7 R による回生制動力では要求回生制動力を得られない場合に、不足する制動力を油圧ブレーキ 36 a、36 b による制動力により補うものである。図 7 (c) においては、1 速の場合に走行速度が V_{1a} ($> V_1$) であれば、要求回生制動力は、回生制動力 B_1 を上回る B_{1a} となることを示している。この場合、ブレーキ制御部 190 は、要求回生制動力 B_{1a} と回生制動力 B_1 との差分に相当する制動力を油圧ブレーキ 36 a、36 b により発生させるように、ブレーキ

制御信号 $V_{brk\ t}$ を算出する。

[0082] 以上のような車速に対する回生制動力の特性 $L\ 1 \sim L\ 3$ は各速度段ごとに設定されているが、これは、(2) 式の α を速度段に応じて設定して実現される。また、回生制動力の上限限界線 $L\ 4$ の上側の領域における車速に対する油圧制動力は、(12) 式～(14) 式により実現できる。すなわち、出力管理部 140 では、(2) 式から算出された走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ と、回転数センサ 22 からの走行電動機回転数 N_{mot} と、(6) 式から算出された回生電力低減指令 $dP_{wr\ mot\ t}$ とを用いて、(12) 式から走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ が算出される。また、走行電動機・ブレーキ制御部 180 は、(12) 式から算出した走行電動機トルク指令 $T_{rq\ mot\ t}$ と、(2) 式から算出した走行要求トルク $T_{rq\ drv\ req}$ と、走行電動機回転数 N_{mot} とを用いて、上記 (13) 式により制動トルク指令 $T_{rq\ brk\ t}$ が算出される。

[0083] なお、(2) 式の係数 α は速度段が小さいほど大きな値が設定されると説明したが。この α の大きさの比率は、図 7 (b) の $L\ 1 \sim L\ 3$ の傾きに対応する。

[0084] 図 8 に示すフローチャートを用いて、メインコントローラ 100 による処理を説明する。図 8 の処理はメインコントローラ 100 でプログラムを実行して行われる。このプログラムは、メモリ (不図示) に格納されており、ハイブリッド式作業車両 200 の図示しないイグニッションスイッチがオンされると、メインコントローラ 100 によってプログラムが起動され、実行される。

[0085] ステップ S1A では、シフトスイッチ 40 で選択されている速度段を読み込み、式 (2) で使用する係数 α に速度段に応じた定数を設定しステップ S1 へ進む。係数 α は、速度段が小さいほど、大きな値である。ステップ S1 では、走行電動機 7F, 7R が回生運転中であるか否かを判定する。走行要求演算部 130 で算出された走行要求出力 $P_{wr\ drv\ req}$ が 0 以上の場合、すなわち走行電動機 7F, 7R が力行運転中の場合には、ステップ S1 が肯定判定されてステップ S2 へ進む。ステップ S2 では、走行電動機駆動制御を

行い、処理を終了する。この場合、メインコントローラ 100 の出力管理部 140 は、走行電動機 7F, 7R に必要な電力を供給するために、発電出力指令およびエンジン出力指令を算出し、メインコントローラ 100 から発電電動機 5 には発電電動機トルク指令を、エンジン 1 にはエンジン回転数指令を出力し、発電電動機 5 とエンジン 1 の駆動を制御する。

[0086] 走行要求演算部 130 で算出された走行要求出力 $P_{wr\,drv\,req}$ が 0 未満の場合、すなわち走行電動機 7F, 7R が回生運転中の場合には、ステップ S1 が否定判定されてステップ S3 へ進む。ステップ S3 では、充電によって十分な回生力が得られるか否かを判定する。充電により十分な回生力が得られる場合、すなわち余剰電力 $P_{wr\,sup}$ が 0 の場合、ステップ S3 が肯定判定されて、後述するステップ S9A へ進む。充電により十分な回生力が得られない場合、すなわち余剰電力 $P_{wr\,sup}$ が正または負の値である場合、ステップ S3 が否定判定されて、ステップ S4 へ進む。

[0087] ステップ S4 では、エンジン 1 が低回転モードか否かを判定する。エンジン 1 が低回転モードの場合、すなわちエンジン 1 の回転数 N_{eng} が第 1 設定閾値 $N_{eng\,th1}$ 以下の場合には、ステップ S4 が肯定判定されて後述するステップ S9 へ進む。エンジン 1 が低回転モードではない場合は、ステップ S4 が否定判定されてステップ S5 へ進む。

[0088] ステップ S5 では、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 のうち何れかが動作中であるか否かを判定する。リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 が動作中ではない場合には、ステップ S5 が否定判定されてステップ S6 へ進む。ステップ S6 では、上述した傾転角増加処理を行ってステップ S7 へ進む。

[0089] リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 のうち何れかが動作中の場合には、ステップ S5 が肯定判定されてステップ S7 へ進む。ステップ S7 では、エンジン 1 が回転抑制モードか否かを判定する。エンジン 1 が回転抑制モードの場合、すなわちエンジン 1 の回転数 N_{eng} が第 1 設定閾値 $N_{eng\,th1}$ より大きく第 2 設定閾値 $N_{eng\,th2}$ 以下の場合には、ステップ S7 が肯定

判定されてステップS 9へ進む。エンジン 1 が高回転モードの場合、すなわちエンジン 1 の回転数 N_{eng} が第 2 設定閾値 $N_{eng\ th2}$ 以上の場合には、ステップS 7 が否定判定されてステップS 8へ進む。

[0090] ステップS 8では、回生電力低減処理を行ってステップS 9へ進む。ステップS 9では、余剰電力 $P_{wr\ sup}$ のうち発電電動機 5 で消費される消費電力 $P_{wr\ cons}$ を算出してステップS 9 Aへ進む。ステップS 9 Aでは、充電制御を行ってステップS 10へ進む。ステップS 10では、発電電動機 5 を制御してステップS 11へ進む。この場合、発電電動機制御部 160は、エンジン回転数 N_{eng} と、出力管理部 140によって上記の式(8)を用いて算出された発電出力指令 $P_{wr\ gen\ t}$ と、エンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ とを用いて、(10)式を用いて発電電動機トルク指令 $T_{rq\ gen\ t}$ を算出する。そして、発電電動機制御部 160は、算出した発電電動機トルク指令 $T_{rq\ gen\ t}$ を発電インバータ 6へ送信することによって、発電電動機 5 を制御する。

[0091] ステップS 11では、エンジンコントローラ 2 を介してエンジン 1 の回転数を制御してステップS 13へ進む。この場合、目標回転数演算部 150は、出力管理部 140で算出されたエンジン出力指令 $P_{wr\ eng\ t}$ に基づいて、上述したように、エンジン等燃費マップを用いて、エンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ を算出し、エンジンコントローラ 2へ出力する。その結果、算出されたエンジン回転数指令 $N_{eng\ t}$ が示すエンジン回転数でエンジン 1 が回転する。

[0092] ステップS 11に続いてステップS 13に進み、油圧ブレーキ制御処理を実行する。ステップS 13では、上述した式(14)を用いてブレーキ制御信号 $V_{brk\ t}$ を算出し、油圧ブレーキ制御弁に出力し、油圧ブレーキ 36 a、36 bを駆動させて処理を終了する。

[0093] 以上説明した第 1 の実施形態によるハイブリッド式作業車両の作用効果について説明する。

(1) 第 1 の実施形態によるハイブリッド式作業車両は、車輪 18 a~18 dに走行駆動トルクを与える走行電動機 7 F, 7 Rと、走行電動機 7 F, 7 Rで発生する回生電力により充電され、走行電動機 7 F, 7 Rに駆動用電力

を供給する蓄電装置、すなわちキャパシタ 3 と、発電モード時は、エンジン 1 で駆動されて発電するとともに、電動モード時は、走行電動機 7 F, 7 R からの回生電力で駆動される発電電動機 5 と、発電電動機 5 およびエンジン 1 に機械的に接続されて駆動され、油圧アクチュエータ 12 ~ 14 に圧油を供給する油圧ポンプ 9 と、複数の速度段のいずれかを設定する速度段設定装置、すなわち、シフトスイッチ 40 と、走行電動機 7 F, 7 R および発電電動機 5 を駆動制御する制御装置、すなわちメインコントローラ 100 とを備える。制御装置 100 は、速度段ごとに設定された回転数に対する駆動トルクの特성에基づいて、設定された速度段が大きいほど大きな走行駆動トルクを演算して力行制御を行い、速度段ごとに設定された車速に対する回生制動力の特性に基づいて、設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力を演算して回生制御を行う。

そのため、従来のトルコン車両と同様に速度段に合致した十分な回生制動力が得られる。

[0094] (2) メインコントローラ 100 は、要求回生制動力が走行電動機 7 F, 7 R による回生制動の限界を超えると判断した場合には、車輪に制動力を与える油圧ブレーキ 36 a、36 b を作動させ、回生制動時に必要な制動力を各速度段において得られるようにした。したがって、速度段が小さいほど大きな回生制動力を得るようにし、かつ、高速時に回生電力制限を行う結果として高速走行時に必要な回生制動力が得られないようなハイブリッド式作業車両であっても、各速度段において高速走行時でも十分な制動力を得ることができる。

[0095] (3) 第 1 の実施形態のハイブリッド式作業車両では、回生制動力はその上限値は車速が速いほど小さい値とされ、回生制御においてメインコントローラ 100 により演算された回生制動力が上限値を超えているときは、車輪に摩擦式制動力を与える油圧ブレーキ制御弁 35 a、35 b で不足する制動力を付加する。したがって、高回転モードでエンジン 1 が駆動されるような車速が速い運転状態において回生電力制限を行っても、回生制動力の不足分が

機械的ブレーキで得られる。

(4) 例えば、第1の実施形態のハイブリッド式作業車両では、回生制動力の上限値は、車速が大きいほど大きい回生制動力の減少分で規定されるが、機械的ブレーキで1速でも大きな制動力を得ることが可能となる。

(5) 例えば、第1の実施形態のハイブリッド式作業車両では、発電電動機5の回転数が所定値よりも高い領域において、キャパシタ3に充電可能な電力に比べて回生電力が大きいとき、その余剰電力が発電電動機5により消費されるように発電電動機5を制御するようにした。また、発電電動機5の回転数と所定値との乖離量に応じて、発電電動機5で消費する回生電力の低減量を低減した。この場合、メインコントローラ100は、回生電力の低減量に見合った機械的ブレーキを車輪に加える。

[0096] ー第2の実施の形態ー

図面を参照して、本発明によるハイブリッド式作業車両の第2の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、要求回生制動力に応じて油圧回路に設けた冷却ファンの回転数をさらに制御する点で第1の実施の形態とは異なる。

[0097] 図9は、本実施の形態によるハイブリッド式作業車両200が有する油圧回路HCを示す回路図である。油圧回路HCには、可変容量式の油圧ポンプ9と、オイルタンク10と、コントロールバルブ11と、可変容量式のモータ用油圧ポンプ301と、第1比例弁302と、第2比例弁303と、油圧モータ304と、冷却ファン305と、冷却用コア306と、温度センサ307と、リリーフ弁310とが設けられている。第1管路400には、オイルタンク10を上流側として、油圧ポンプ9と、リリーフ弁310と、コントロールバルブ11とがこの順序で接続されている。第2管路401には、オイルタンク10を上流側として、モータ用油圧ポンプ301と、油圧モータ304と、冷却コア306とがこの順序で接続されている。

[0098] 油圧ポンプ 9 は、上述したように、エンジン 1 によって駆動されることにより、オイルタンク 10 の作動油をコントロールバルブ 11 を介してステアリングシリンダ 12、リフトシリンダ 13 およびバケットシリンダ 14 に供給する。第 1 比例弁 302 は、メインコントローラ 100 からの制御信号に従って第 1 油圧ポンプ 9 の傾転量（容量）を変更可能に制御する。リリーフ弁 310 は、第 1 管路 400 の圧力が高圧となった場合に、作動油の一部または全部をもどり側へ逃がし、回路圧力を一定に保つことで回路を保護する。コントロールバルブ 11 は、第 1 方向制御弁 308 と、第 2 方向制御弁 309 とを含んで構成される。第 1 方向制御弁 308 は、運転室 19 内に設置された操作装置 31 から出力される信号に応じて第 1 油圧ポンプ 9 から供給される作動油をステアリングシリンダ 12 へ供給する。第 2 方向制御弁 309 は、運転室 19 内に設置された操作装置 31 から出力される信号に応じて油圧ポンプ 9 から供給される作動油を一对のリフトシリンダ 13 へ供給する。バケットシリンダ 14 は図示を省略した。

[0099] モータ用油圧ポンプ 301 の回転軸はエンジン 1 の駆動軸と同軸上に設けられている。モータ用油圧ポンプ 301 がエンジン 1 により駆動されると、オイルタンク 10 の作動油を油圧モータ 304 へ供給して油圧モータ 304 を駆動させる。第 2 比例弁 303 は、メインコントローラ 100 からの制御信号に従ってモータ用油圧ポンプ 301 の傾転量（容量）を変更可能に制御する。モータ用油圧ポンプ 301 の傾転量は、温度センサ 307 により検出されたオイルタンク 10 内の作動油の温度に基づいて制御される。冷却ファン 305 は油圧モータ 304 により駆動され、冷却ファン 305 の下流に設けられた冷却用コア 306 に流入した作動油を冷却する。このため、冷却ファン 305 の回転数は、第 2 油圧ポンプ 301 の傾転量に応じて制御される。換言すると、冷却ファン 305 の回転数は、温度センサ 307 により検出された作動油の温度に応じて制御される。

[0100] 図 10 は、冷却ファン 305 の回転数と、温度センサ 307 により検出される作動油の温度との関係を示す図である。図 10 に示すように、作動油の

温度が所定温度 t_1 未満の場合には、冷却ファン 305 の回転数は、規定の最小回転数 M_{in} となるように制御される。作動油の温度が所定温度 t_1 以上となる場合には、作動油の温度の上昇に比例して冷却ファン 305 の回転数も増加するように制御される。そして、作動油の温度が所定温度 t_2 ($> t_1$) 以上となった場合には、冷却ファン 305 は、規定の最大回転数 M_{ax} となるように制御される。

[0101] (油圧モータ 304 の回転数増加)

回生運転中にキャパシタ 3 が満充電でさらなる充電ができない場合、走行電動機 7F, 7R の発電電力で発電電動機 5 を駆動して回生電力を消費する。本発明によるハイブリッド式作業車両では、回生運転中に冷却モータ用油圧ポンプ 301 の傾転量を大きくしてポンプ吸収馬力を大きくし、これにより、発電電動機 5 の負荷を大きくする。その結果、発電電動機 5 で消費する回生電力を増加させることができ、回生ブレーキ力を増大化することができる。

[0102] 出力管理部 140 により、回生運転中に算出した余剰電力 P_{wrsup} が 0 以外の場合にキャパシタ 3 への充電ができないと判断されたとき、メインコントローラ 100 は、上記 (2) 式で算出された走行要求トルク $T_{rqdrvreq}$ 、すなわち、要求回生制動力が所定の閾値 $T_{rqdrv_{th1}}$ を超えるか否かを判定する。要求回生制動力が閾値 $T_{rqdrv_{th1}}$ 以上のときには、温度センサ 307 により検出された作動油の温度に関わらず、メインコントローラ 100 は、冷却ファン 305 が最大回転数 M_{ax} となるように、モータ用油圧ポンプ 304 の傾転量 (容量) を制御する。要求回生制動力が閾値 $T_{rqdrv_{th1}}$ 未満のときには、上述したように、温度センサ 307 により検出された作動油の温度に応じて、メインコントローラ 100 は、冷却ファン 305 の回転数が制御されるように、冷却モータ用油圧ポンプ 301 の傾転量を制御する。

[0103] なお、上記の閾値 $T_{rqdrv_{th1}}$ は、発電電動機 5 の最大吸収馬力に相当する回生制動力の値として設定され、予めメモリ (不図示) 等に格納されてい

る。すなわち、走行電動機 7 F, 7 R からの回生電力が発電電動機 5 の最大消費電力を超えるときは、冷却モータ用油圧ポンプ 301 の傾転量を増加させて回生電力消費量を増加させる。

[0104] 図 11 に、作動油の温度と要求回生制動力とに応じて上記のようにして制御される冷却ファン 305 の回転数を示す。図に示すように、要求回生制動力が閾値 $T_{rq_drv_th1}$ 以上の場合には、検出された作動油の温度によることなく冷却ファン 305 を最大回転数 Max で駆動されるように制御される。これに対して、要求回生制動力が閾値 $T_{rq_drv_th1}$ 未満の場合、または要求回生制動力が 0 の場合には、図 11 に示すように検出された作動油の温度の上昇に比例して冷却ファン 305 の回転数が増加するように制御される。

[0105] その結果、出力管理部 140 により、回生運転中に算出した余剰電力 P_{wrsup} が 0 以外の場合にキャパシタ 3 への充電ができないと判断されたとき、メインコントローラ 100 は、冷却モータ用油圧ポンプ 301 の油圧負荷を増加させる。その結果、余剰電力で駆動されている発電電動機 5 の負荷が大きくなり、回生時のブレーキ力を大きくすることができる。

[0106] 図 12 に示すフローチャートを用いて、メインコントローラ 100 による処理を説明する。図 12 の処理はメインコントローラ 100 でプログラムを実行して行われる。このプログラムは、メモリ（不図示）に格納されており、ハイブリッド式作業車両 200 の図示しないイグニッションスイッチがオンされると、メインコントローラ 100 によってプログラムが起動され、実行される。

[0107] ステップ S21A (α 設定) からステップ S29 (消費電力算出) までの各処理は、図 8 のステップ S1A (α 設定) からステップ S9 (消費電力算出) までの各処理と同様である。ステップ S30 では、要求回生制動力が消費電力 P_{wrcns} と冷却ファン 305 が最大回転数 Max で駆動した際の回生制動力とに基づく閾値 t_{h1} を超えるか否かを判定する。要求回生制動力が閾値 $T_{rq_drv_th1}$ 以上の場合には、ステップ S30 が肯定判定されてステップ S31 へ進む。ステップ S31 では、第 2 油圧ポンプ 304 の傾転量を制

御して、冷却ファン305を最大回転数Maxにて駆動させてステップS29Aへ進む。要求回生制動力が閾値 $T_{rq_drv_th1}$ 未満の場合には、ステップS30が否定判定されてステップS32へ進む。ステップS32では、温度センサ307により検出された作動油の温度に応じて第2油圧ポンプの傾転量を制御して、冷却ファン305を駆動させてステップS29Aへ進む。ステップS29A（充電制御）からステップS36（油圧ブレーキ駆動）までの各処理は、図8のステップS9A（充電制御）からステップS13（油圧ブレーキ駆動）までの各処理と同様である。

[0108] 上述した第2の実施の形態によるハイブリッド式作業車両によれば、次の作用効果が得られる。

メインコントローラ100は、圧油の温度と要求回生制動力とに基づいて、第2油圧ポンプ301から吐出される圧油の流量を制御するようにした。したがって、回生電力が発電電動機5の最大消費電力を超える場合は、冷却モータ用油圧ポンプ301の傾転量を大きくしてポンプ負荷を大きくした。したがって、余剰電力で駆動されている発電電動機5の負荷が大きくなり、回生時のブレーキ力を大きくすることができる。さらに、既存の構成を用いて回生時のブレーキ力の増加を実現することができるので、製造コストの増加を低減できる。

[0109] 以上で説明した第1および第2の実施の形態のハイブリッド式作業車両200を次のように変形できる。

（1）実施形態の作業車両200では、一对の走行電動機7F、7Rを使用しているが、一つの走行電動機を使用した作業車両でもよい。

（2）実施形態のメインコントローラ100では、（1）式～（14）式により、エンジン1、発電電動機5、走行電動機7F、7R、ブレーキ弁35bなどを駆動制御するようにしたが、これは一例である。異なる数式を採用して同様の装置を駆動制御するように設計されたメインコントローラを採用することもできる。

[0110] （3）実施形態の作業車両は、1速～3速の速度段を設定したが、1速と2

速の速度段を有する作業車両でもよく、４段以上の速度段を有するようにしてもよい。

（４）エンジン１により駆動された発電電動機５によって車輪１８を駆動するシリーズハイブリッド式を用いるものに代えて、エンジン１により走行駆動力を得るとともに、エンジン１により駆動された発電電動機５による電力で駆動される走行電動機を得るようにしたパラレルハイブリッド式を用いてもよい。

[0111] （５）実施形態の作業車両はホイールローダで説明したが、車輪に走行駆動トルクを与える走行電動機と、走行電動機を力行制御、および回生制御する制御装置と、走行電動機で発生する回生電力により充電され、走行電動機に駆動用電力を供給する蓄電装置と、発電モード時は、エンジンで駆動されて発電するとともに、電動モード時は、回生電力で駆動される発電電動機と、発電電動機および前記エンジンに機械的に接続されて駆動され、油圧アクチュエータに圧油を供給する油圧ポンプと、複数の速度段を設定する速度段設定装置とを備え、制御装置が、車速に対する回生制動力の特性を速度段ごとにそれぞれ有し、アクセルペダルが踏み込まれていないとき、設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力を得ることができる種々のハイブリッド式作業車両に本発明を適用できる。

[0112] 本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

[0113] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願２０１３年第２６５７１９号（２０１３年１２月２４日出願）

符号の説明

[0114] １…エンジン、 ３…蓄電装置、
５…発電電動機、 ７Ｆ， ７Ｒ…走行電動機、
９…油圧ポンプ、 １２…ステアリングシリンダ、

1 3 …リフトシリンダ、 1 4 …バケットシリンダ、
2 1 …車速センサ、 2 2 …走行電動機回転数センサ
3 1 …操作装置、 4 0 …シフトスイッチ
3 5 a …ブレーキ装置、 3 6 b …ブレーキ弁
1 0 0 …メインコントローラ、 1 1 0 …蓄電管理部、
1 2 0 …油圧要求演算部、 1 3 0 …走行要求演算部、
1 4 0 …出力管理部、 1 5 0 …目標回転数演算部、
1 6 0 …発電電動機制御部、 1 7 0 …傾転角制御部、
1 8 0 …走行電動機・ブレーキ制御部、 2 0 0 …ハイブリッド式作業車両
、
3 0 1 …モータ用油圧ポンプ、 3 0 4 …油圧モータ、
3 0 5 …冷却ファン、 3 0 7 …温度センサ

請求の範囲

[請求項1]

車輪に走行駆動トルクを与える走行電動機（7 F, 7 R）と、
前記走行電動機で発生する回生電力により充電され、前記走行電動機に駆動用電力を供給する蓄電装置（3）と、
発電モード時は、エンジンで駆動されて発電するとともに、力行モード時は、前記走行電動機からの回生電力で駆動される発電電動機（5）と、
前記発電電動機および前記エンジンに機械的に接続されて駆動され、油圧アクチュエータに圧油を供給する油圧ポンプ（9）と、
複数の速度段のいずれかを設定する速度段設定装置（40）と、
前記走行電動機および前記発電電動機を駆動制御する制御装置（100）とを備え、
前記制御装置は、前記速度段ごとに設定された回転数に対する駆動トルクの特性和、および、前記速度段ごとに設定された車速に対する回生制動力の特性に基づいて、前記設定された速度段が小さいほど大きな回生制動力を演算して回生制御を行う駆動制御部（130）を有するハイブリッド式作業車両。

[請求項2]

請求項1に記載のハイブリッド式作業車両において、
前記車輪に摩擦式制動力を与える制動装置（36 a、36 b）をさらに備え、
前記制御装置は、前記回生制御において演算された回生制動力が、車速が早いほど小さい値となるように設定された上限値を超えているときは、不足する制動力を付加するように制動装置を制御する制動制御部（180）をさらに有するハイブリッド式作業車両。

[請求項3]

請求項2に記載のハイブリッド式作業車両において、
前記制御装置は、前記発電電動機の回転数が所定値以上の時、前記蓄電装置に充電される回生電力を前記回転数に応じて制限する回生電力制限制御を行う充電制御部（140）をさらに有し、

前記回生制動力の上限値は前記回生電力制限制御により定められるハイブリッド式作業車両。

[請求項4]

請求項2に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、前記蓄電装置に充電可能な電力に比べて前記回生電力が大きいとき、その余剰電力が前記発電電動機により消費されるように前記発電電動機を制御するとともに、その回転数と所定値との乖離量に応じて、発電電動機で消費する回生電力の低減量を乖離量が大きいほど大きく低減する制御を行う発電制御部（160）をさらに有し、

前記制動制御部は、前記回生電力の低減量に見合った摩擦式制動力を前記車輪に加える制御を行うハイブリッド式作業車両。

[請求項5]

請求項2に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、

アクセルペダルの踏込み量と車速とに基づいて演算したアクセル要求トルクと、ブレーキペダルの踏込み量に基づいて演算した回生制動トルクと、前記速度段に基づいて演算した回生制動トルクとに基づいて走行要求トルクを算出し、

前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、その回転数と所定値との乖離量に応じて、前記発電電動機で消費する回生電力の低減量を演算し、

前記回生電力の低減量を前記走行電動機の回転数により変換した回生低減トルクを演算し、前記走行要求トルクから前記演算した回生低減トルクを減算して走行電動機トルク指令を演算し、

走行要求トルクから走行電動機トルク指令を減算して不足する制動トルクを演算し、

前記不足する制動力を前記制動装置が付加する制動信号を演算し、

前記制動制御装置は、前記制動信号により前記制動装置を駆動制御するハイブリッド式作業車両。

[請求項6]

請求項3に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、前記蓄電装置に充電可能な電力に比べて前記回生電力が大きいとき、その余剰電力が前記発電電動機により消費されるように前記発電電動機を制御するとともに、その回転数と所定値との乖離量に応じて、発電電動機で消費する回生電力の低減量を乖離量が大きいほど大きく低減する制御を行う発電制御部（160）をさらに有し、

前記制動制御部は、前記回生電力の低減量に見合った摩擦式制動力を前記車輪に加える制御を行うハイブリッド式作業車両。

[請求項7]

請求項3に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、

アクセルペダルの踏込み量と車速とに基づいて演算したアクセル要求トルクと、ブレーキペダルの踏込み量に基づいて演算した回生制動トルクと、前記速度段に基づいて演算した回生制動トルクとに基づいて走行要求トルクを算出し、

前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、その回転数と所定値との乖離量に応じて、前記発電電動機で消費する回生電力の低減量を演算し、

前記回生電力の低減量を前記走行電動機の回転数により変換した回生低減トルクを演算し、前記走行要求トルクから前記演算した回生低減トルクを減算して走行電動機トルク指令を演算し、

走行要求トルクから走行電動機トルク指令を減算して不足する制動トルクを演算し、

前記不足する制動力を前記制動装置が付加する制動信号を演算し、

前記制動制御装置は、前記制動信号により前記制動装置を駆動制御するハイブリッド式作業車両。

[請求項8]

請求項4に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、

アクセルペダルの踏込み量と車速とに基づいて演算したアクセル要求トルクと、ブレーキペダルの踏込み量に基づいて演算した回生制動トルクと、前記速度段に基づいて演算した回生制動トルクとに基づいて走行要求トルクを算出し、

前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、その回転数と所定値との乖離量に応じて、前記発電電動機で消費する回生電力の低減量を演算し、

前記回生電力の低減量を前記走行電動機の回転数により変換した回生低減トルクを演算し、前記走行要求トルクから前記演算した回生低減トルクを減算して走行電動機トルク指令を演算し、

走行要求トルクから走行電動機トルク指令を減算して不足する制動トルクを演算し、

前記不足する制動力を前記制動装置が付加する制動信号を演算し、

前記制動制御装置は、前記制動信号により前記制動装置を駆動制御するハイブリッド式作業車両。

[請求項9]

請求項6に記載のハイブリッド式作業車両において、

前記制御装置は、

アクセルペダルの踏込み量と車速とに基づいて演算したアクセル要求トルクと、ブレーキペダルの踏込み量に基づいて演算した回生制動トルクと、前記速度段に基づいて演算した回生制動トルクとに基づいて走行要求トルクを算出し、

前記発電電動機の回転数が所定値よりも高い領域において、その回転数と所定値との乖離量に応じて、前記発電電動機で消費する回生電力の低減量を演算し、

前記回生電力の低減量を前記走行電動機の回転数により変換した回生低減トルクを演算し、前記走行要求トルクから前記演算した回生低減トルクを減算して走行電動機トルク指令を演算し、

走行要求トルクから走行電動機トルク指令を減算して不足する制動

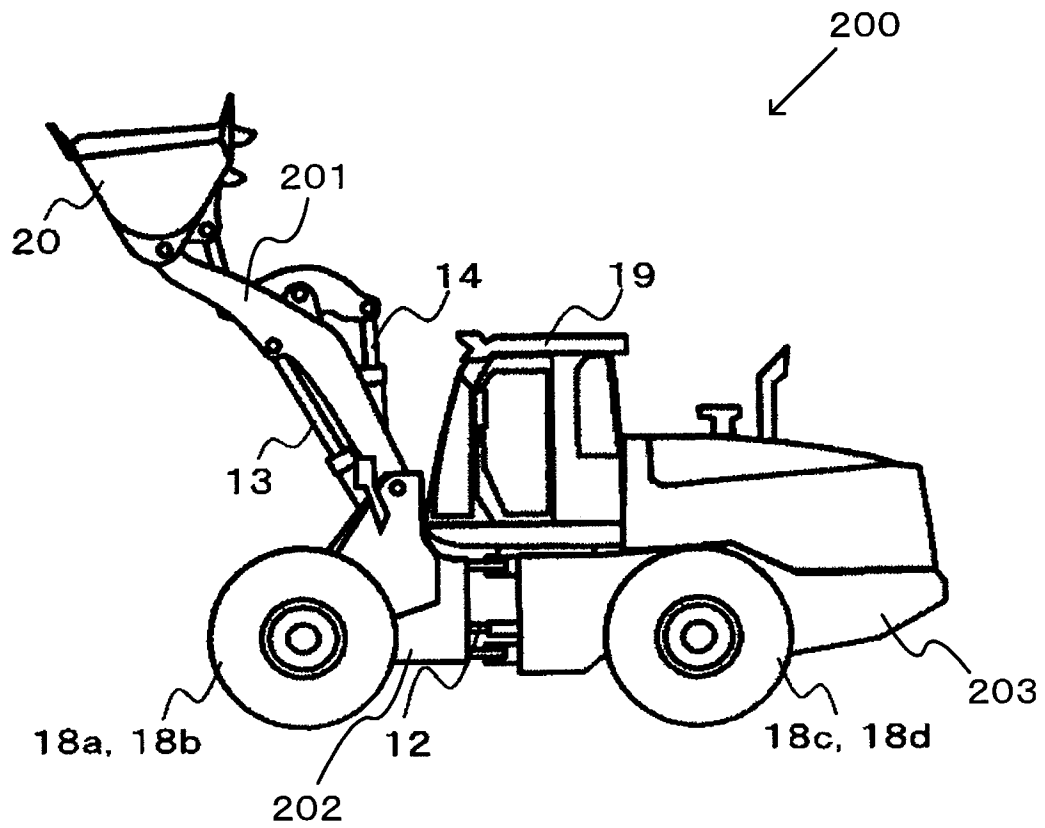
トルクを演算し、

前記不足する制動力を前記制動装置が付加する制動信号を演算し、

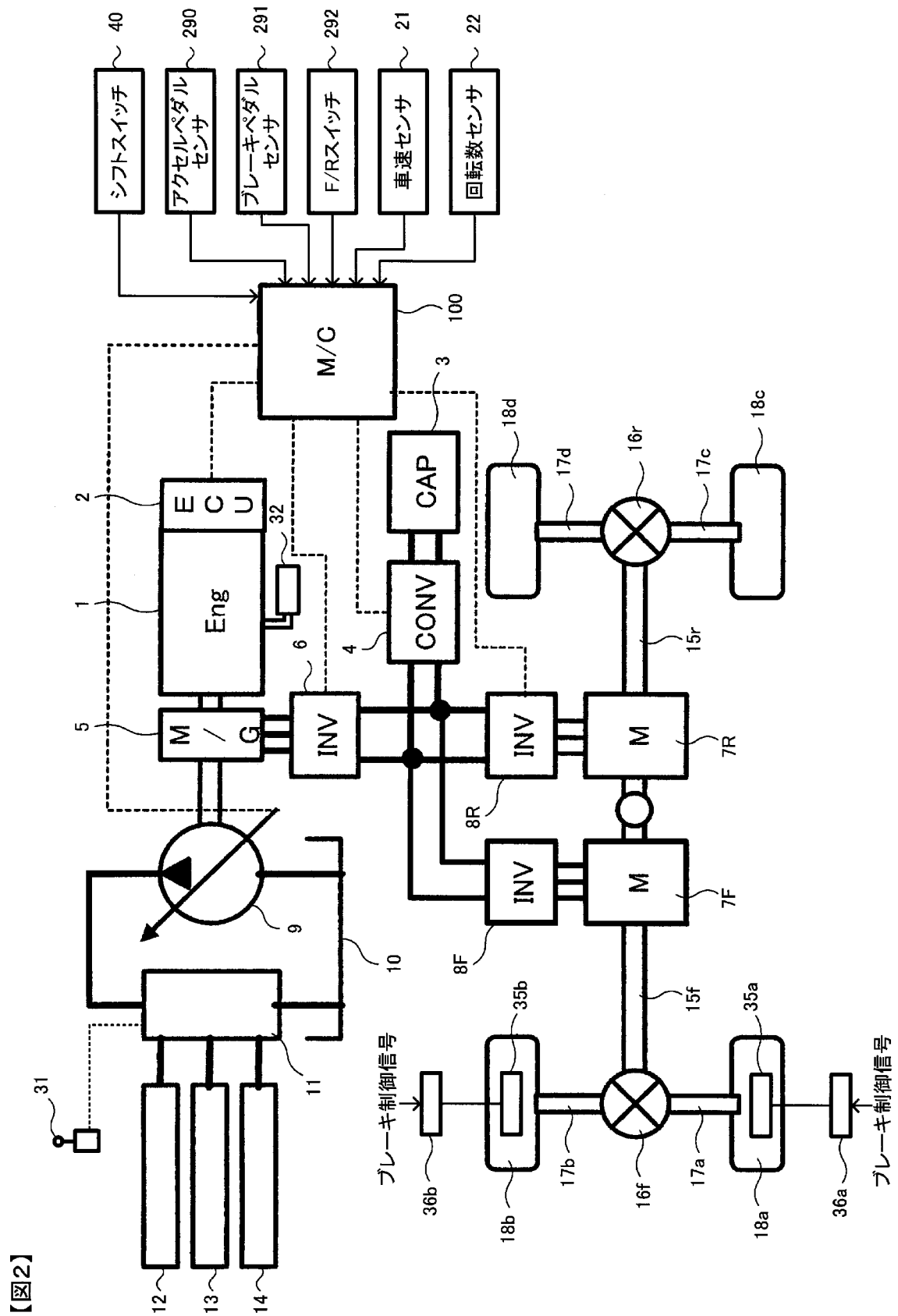
前記制動制御装置は、前記制動信号により前記制動装置を駆動制御するハイブリッド式作業車両。

[図1]

【図1】

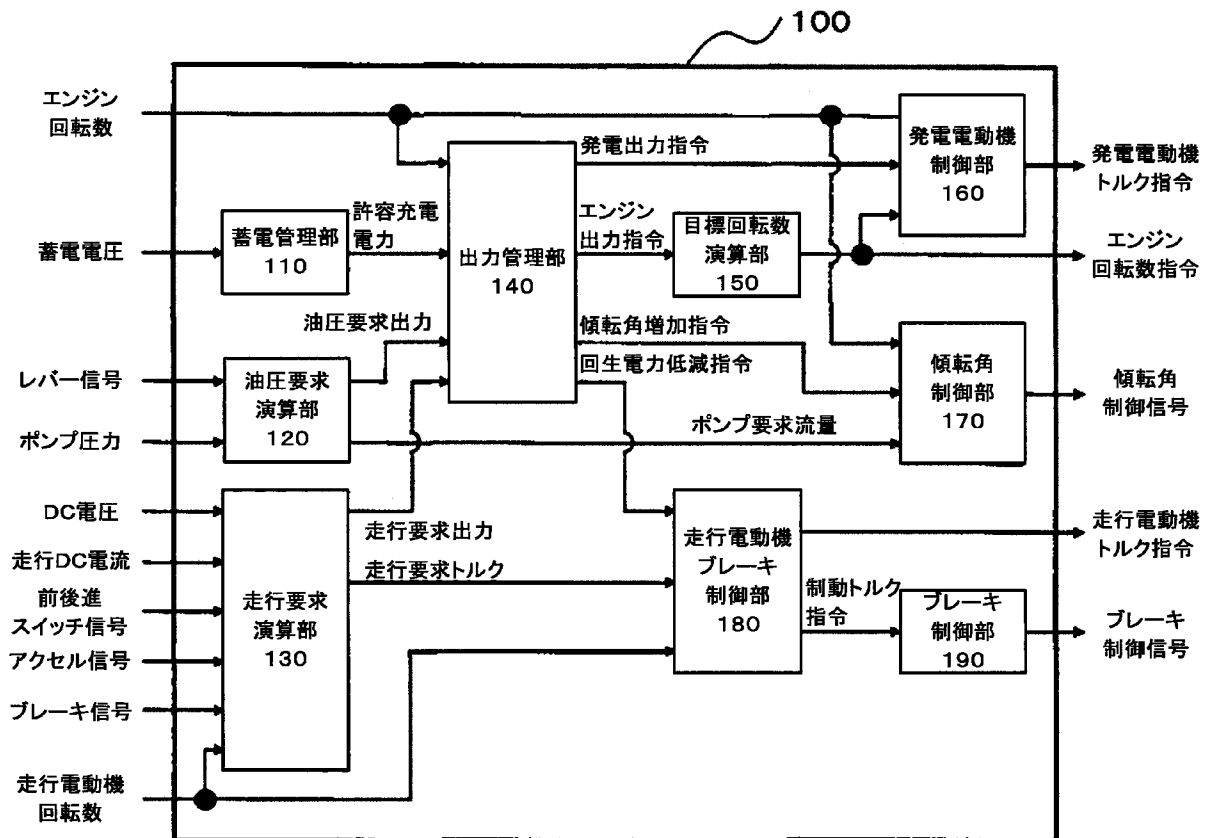


【図2】



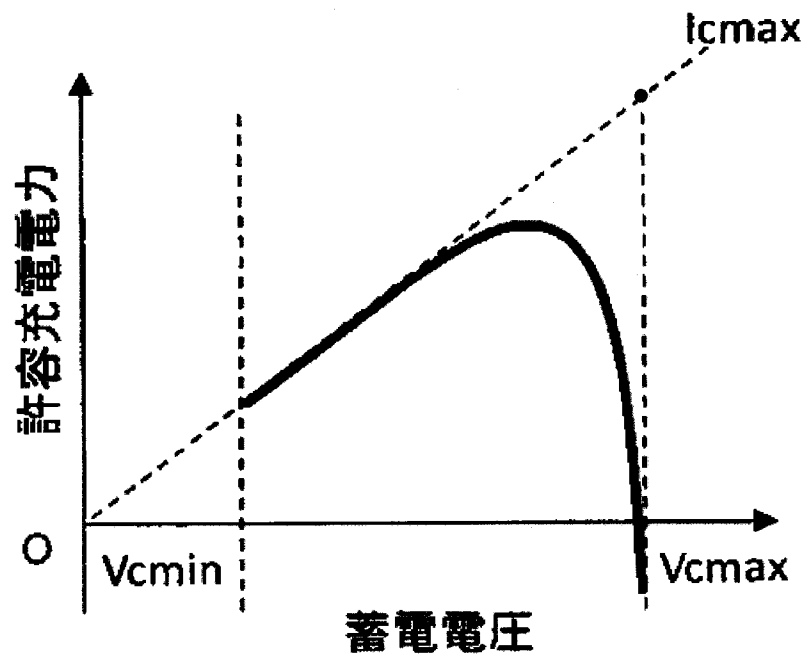
[図3]

【図3】



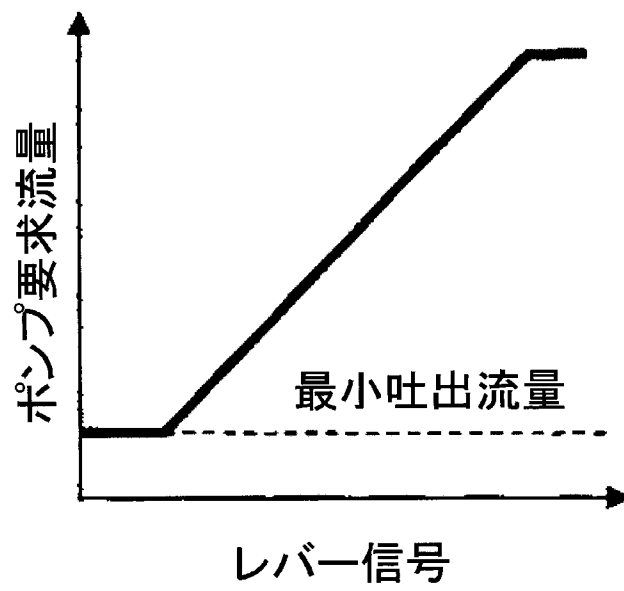
[図4]

【図4】



[図5]

【図5】

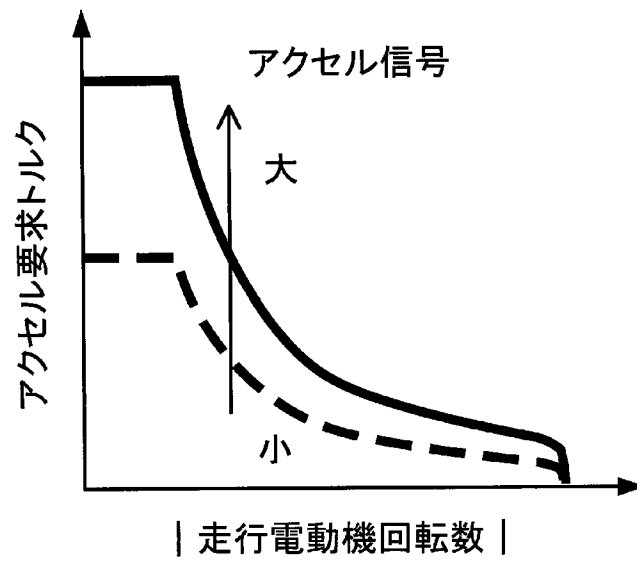


[図6]

【図6】

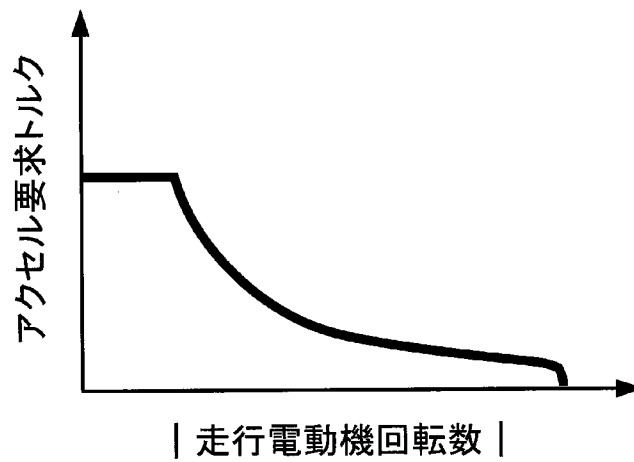
(a)

1速



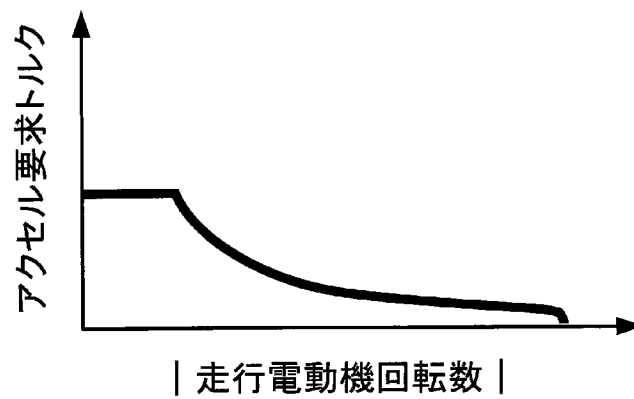
(b)

2速



(c)

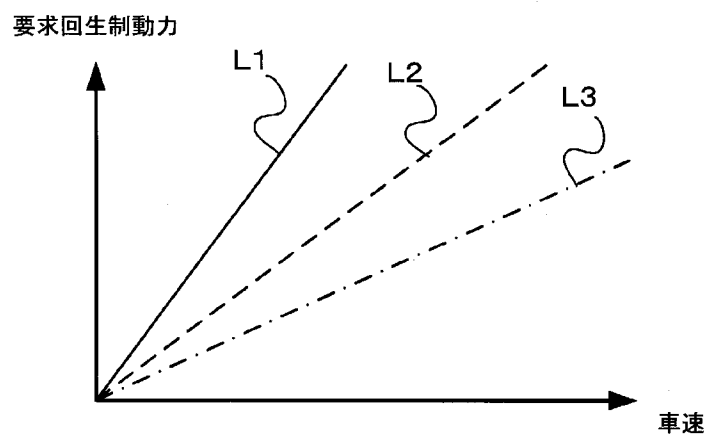
3速



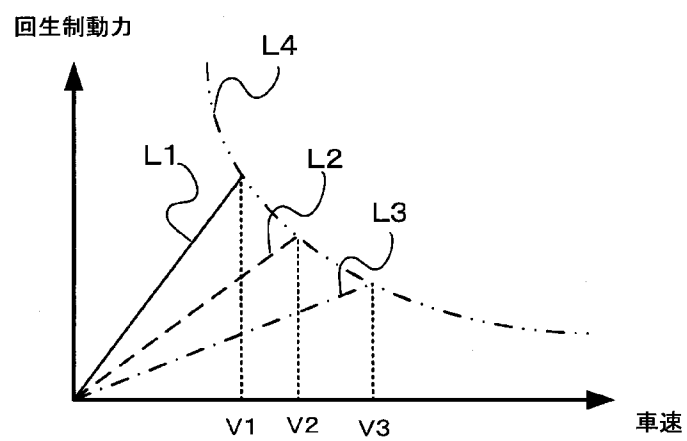
[図7]

【図7】

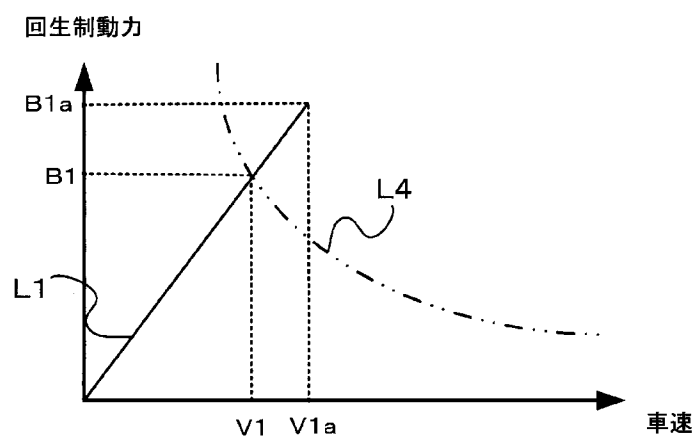
(a)



(b)

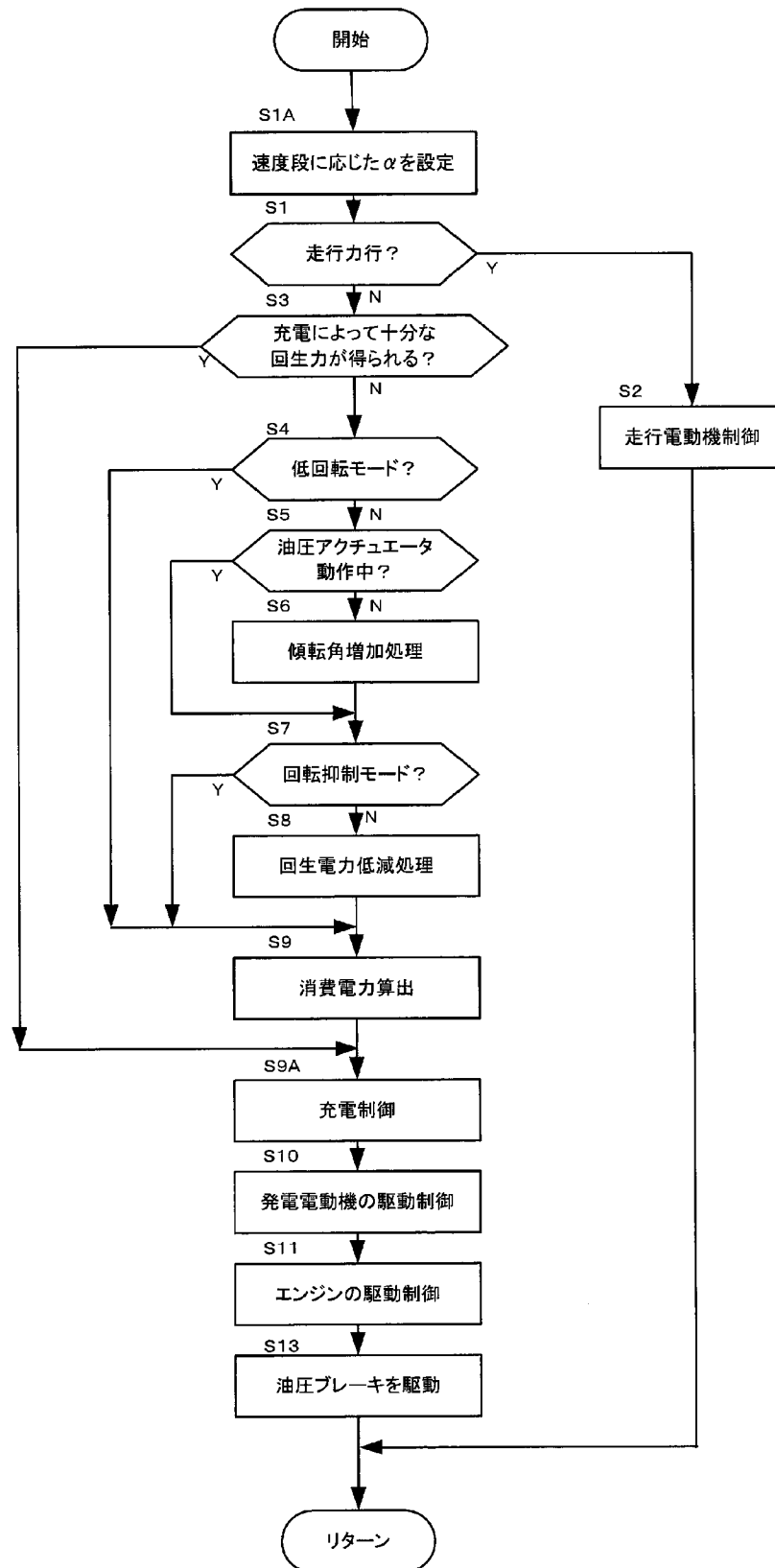


(c)



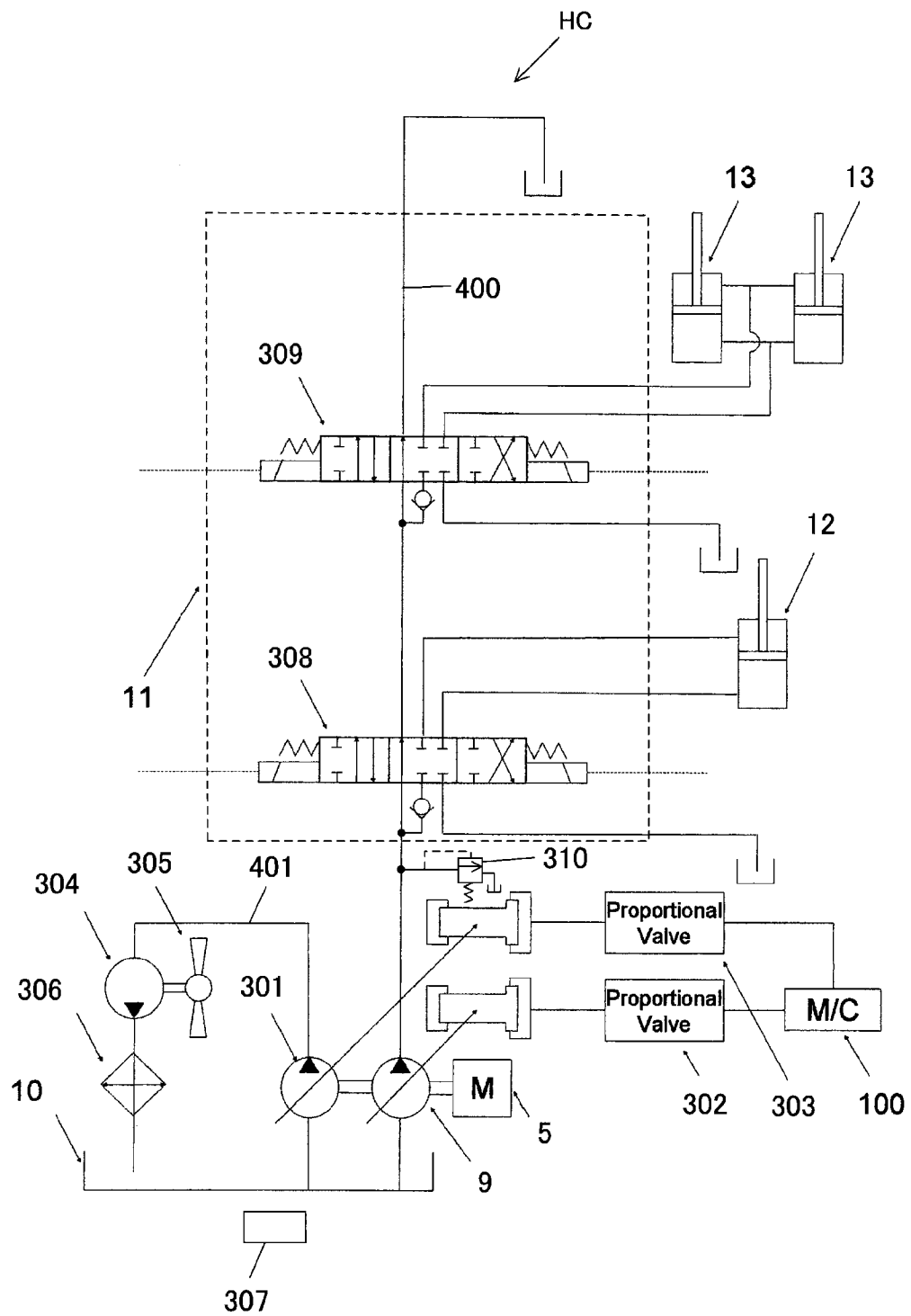
[図8]

【図8】



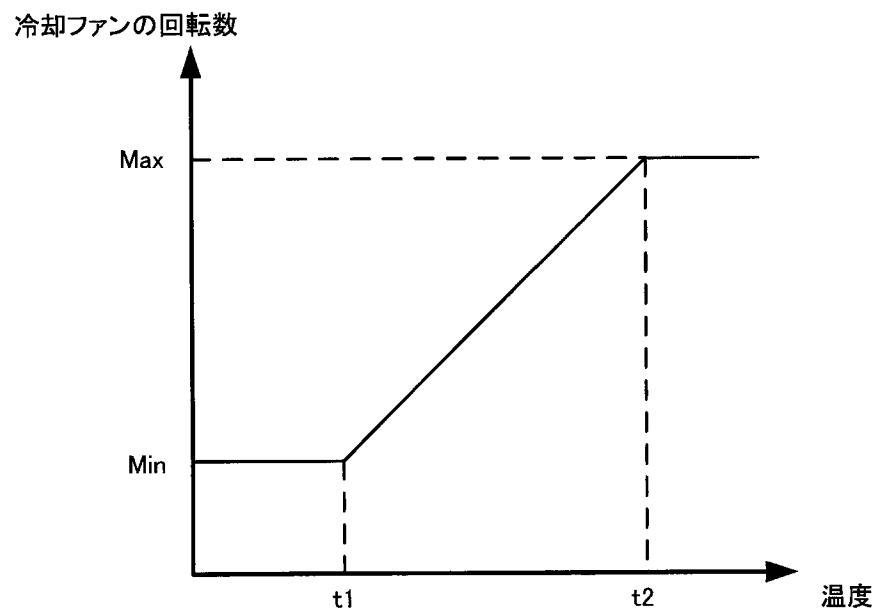
[図9]

【図9】



[図10]

【図10】



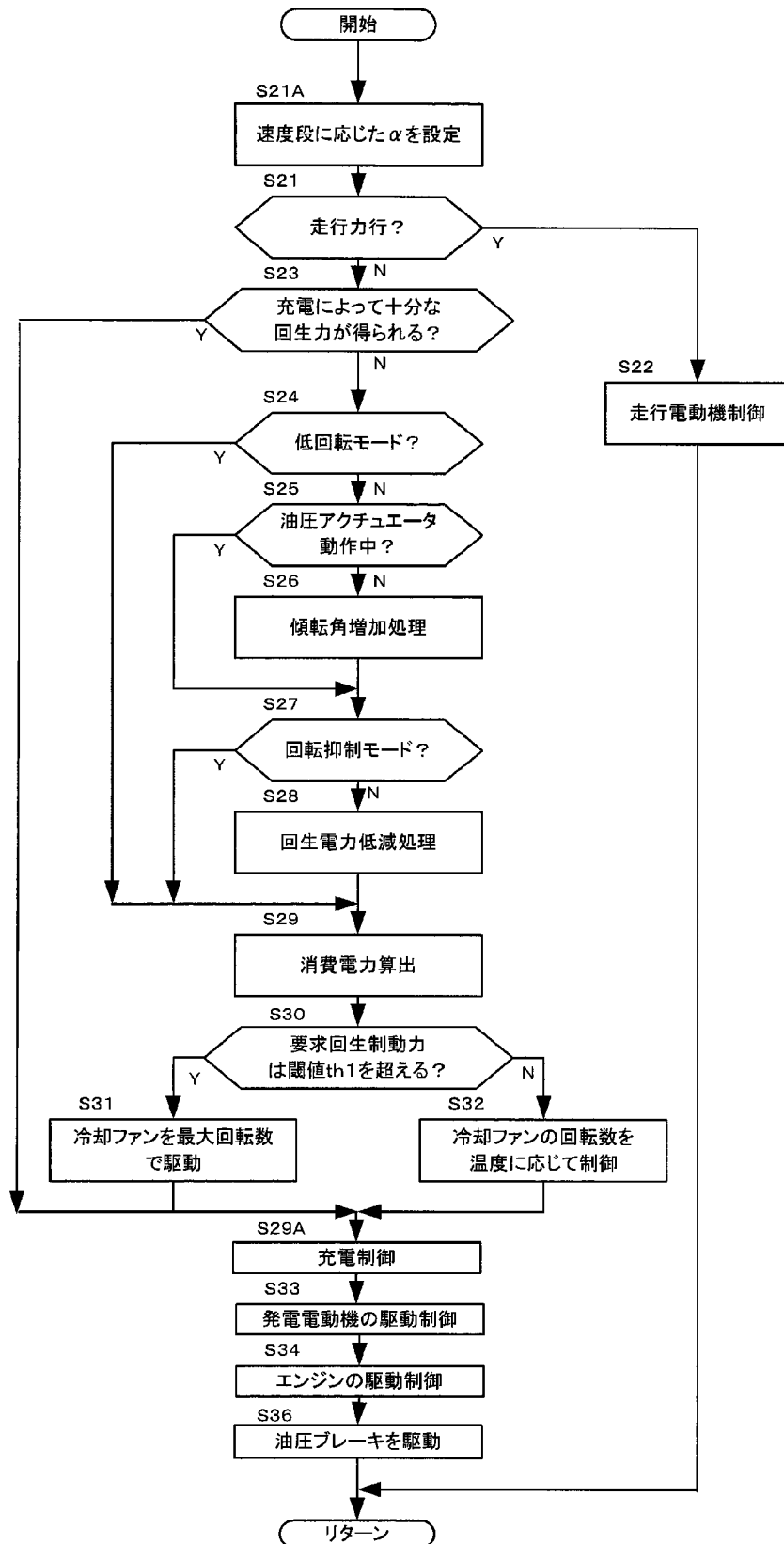
[図11]

【図11】

	要求回生制動力 $\geq$ 閾値 Trq_drv_th1	要求回生制動力 $<$ 閾値 Trq_drv_th1	要求回生制動力なし
温度 $\geq t2$	最大回転数Max	最大回転数Max	最大回転数Max
t1 $<$ 温度 $<$ t2	最大回転数Max	回転数は温度変化に比例	回転数は温度変化に比例
温度 $<$ t1	最大回転数Max	最小回転数Min	最小回転数Min

[図12]

【図12】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B60W10/08(2006.01)i, B60K6/46(2007.10)i, B60K6/52(2007.10)i, B60L7/12(2006.01)i, B60L11/12(2006.01)i, B60W10/18(2012.01)i, B60W20/00(2006.01)i, E02F9/20(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) B60W10/08, B60K6/46, B60K6/52, B60L7/12, B60L11/12, B60W10/18, B60W20/00, E02F9/20 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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 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.
Y	WO 2012/099255 A1 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0011] to [0018], [0021]; fig. 1 & US 2013/0304292 A1 & EP 2666692 A1 & WO 2012/099255 A1 & CN 103328295 A & KR 10-2013-0140104 A	1-9
Y	JP 2010-173389 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraphs [0066] to [0067] (Family: none)	1-9
Y	JP 2009-143478 A (Komatsu Ltd.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0078], [0087] (Family: none)	1-9
☒ 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 24 February 2015 (24.02.15)		Date of mailing of the international search report 10 March 2015 (10.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082846

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-245948 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd., KCM Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0035], [0040], [0082] to [0088]; fig. 18 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））			
Int.Cl. B60W10/08(2006.01)i, B60K6/46(2007.10)i, B60K6/52(2007.10)i, B60L7/12(2006.01)i, B60L11/12(2006.01)i, B60W10/18(2012.01)i, B60W20/00(2006.01)i, E02F9/20(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（I P C））			
Int.Cl. B60W10/08, B60K6/46, B60K6/52, B60L7/12, B60L11/12, B60W10/18, B60W20/00, E02F9/20			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	
Y	WO 2012/099255 A1（日立建機株式会社）2012.07.26, 段落 [0011] - [0018], [0021], 第1図 & US 2013/0304292 A1 & EP 2666692 A1 & WO 2012/099255 A1 & CN 103328295 A & KR 10-2013-0140104 A	1-9	
Y	JP 2010-173389 A（日産自動車株式会社）2010.08.12, 段落【0066】 - 【0067】（ファミリーなし）	1-9	
Y	JP 2009-143478 A（株式会社小松製作所）2009.07.02, 段落【0078】, 【0087】（ファミリーなし）	1-9	
☒ 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 2 4 . 0 2 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 1 0 . 0 3 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5 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） 山村 和人 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5	3 Z 5 0 6 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 2011-245948 A (川崎重工業株式会社, 株式会社KCM) 2011.12.08, 段落 【0035】, 【0040】, 【0082】 - 【0088】, 第 18 図 (ファミリーなし)	1-9