

(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
2015年1月29日(29.01.2015)



(10) 国際公開番号

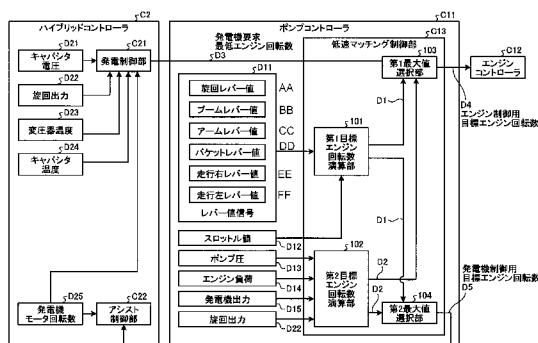
WO 2015/011809 A1

- (51) 国際特許分類:
B60W 10/08 (2006.01) B60W 20/00 (2006.01)
B60K 6/485 (2007.10) E02F 9/20 (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070112
- (22) 国際出願日: 2013年7月24日(24.07.2013)
- (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: 株式会社小松製作所(KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 武 宏昭(TAKE, Hiroaki); 〒2548567 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所
開発本部システム開発センタ内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング
酒井国際特許事務所 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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HYBRID WORK MACHINE

(54) 発明の名称: ハイブリッド作業機械



C2 Hybrid controller
C11 Pump controller
C12 Engine controller
C13 Low-speed matching control unit
C21 Generation control unit
C22 Assist control unit
D3 Generator control target engine rotational speed
D4 Engine control target engine rotational speed
D5 Generator control target engine rotational speed
D11 Lever value signals
D12 Throttle value
D13 Pump pressure
D14 Engine load
D15 Generator output
D21 Capacitor voltage
D22 Turn output
D23 Transformer temperature
D24 Capacitor temperature
D25 Generator motor rotational speed
101 First target engine rotational speed computing unit
102 Second target engine rotational speed computing unit
103 First maximum value selection unit
104 Second maximum value selection unit
AA Turn lever value
BB Boom lever value
CC Arm lever value
DD Bucket lever value
EE Travel-right lever value
FF Travel-left lever value

(57) Abstract: A hybrid work machine is provided with: a first and second target engine rotational speed computing units (101, 102) that compute target engine rotational speeds (D1, D2) on the basis of a lever operation amount, load, and output state so as to suppress deterioration in heat balance of a transformer and a capacitor; a generation control unit (C21) that outputs a generator-required minimum engine rotational speed (D3) which is a minimum engine rotational speed for ensuring generated power for the capacitor in accordance with a charge state of the capacitor and a generator motor rotational speed (D25); a first maximum value selection unit (103) that calculates an engine control target engine rotational speed (D4) on the basis of the target engine rotational speeds (D1, D2) and the generator-required minimum engine rotational speed (D3); a second maximum value selection unit (104) that calculates a generator control target engine rotational speed (D5) on the basis of the target engine rotational speeds (D1, D2); and an assist control unit (C22) that controls engine assist on the basis of the generator control target engine rotational speed (D5) output from the second maximum value selection unit (104) and the generator motor rotational speed (D25).

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

変圧器及びキャパシタのヒートバランスの悪化を抑えるため、レバー操作量、負荷、及び出力の状態をもとに目標エンジン回転数 D_1 、 D_2 を演算する第 1 及び第 2 目標エンジン回転数演算部 101、102 と、キャパシタの蓄電状態及び発電機モータ回転数 D_{25} に応じて該キャパシタの発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数 D_3 を出力する発電制御部 C21 と、目標エンジン回転数 D_1 、 D_2 及び発電機要求最低エンジン回転数 D_3 をもとにエンジン制御用目標エンジン回転数 D_4 を算出する第 1 最大値選択部 103 と、目標エンジン回転数 D_1 、 D_2 をもとに発電機制御用目標エンジン回転数 D_5 を算出する第 2 最大値選択部 104 と、第 2 最大値選択部 104 が出力する発電機制御用目標エンジン回転数 D_5 及び発電機モータ回転数 D_{25} をもとにエンジンアシストを制御するアシスト制御部 C22 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：ハイブリッド作業機械

技術分野

[0001] この発明は、変圧器及びキャパシタのヒートバランスの悪化を抑えたエンジンアシスト制御を行うことができるハイブリッド作業機械に関する。

背景技術

[0002] エンジンによって発電機モータを駆動し、その発電機モータが発電した電力でモータを駆動して作業機等を動作させるハイブリッド作業機械がある。例えば、特許文献1には、油圧ポンプと発電機モータとをエンジンによって駆動し、発電機モータの発電作用によってバッテリーの充電を行うとともに、バッテリー電力により発電機モータを駆動してエンジンをアシストするものが記載されている。そして、この特許文献1には、エンジンの加速時に、エンジン回転速度が設定速度に達するまでの間、発電機出力を制限し、エンジン負荷を軽減して加速を助けるようにするものが記載されている。

[0003] また、特許文献2には、発電機モータをエンジントルクアシスト作用させるか、あるいはエンジントルクアシスト作用させないかを判定し、発電機モータをエンジントルクアシスト作用させると判定した場合には、発電機モータをエンジントルクアシスト作用させ、発電機モータをエンジントルクアシスト作用させないと判定した場合には、発電機モータを要求発電量に応じて発電作用させるものが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-121659号公報

特許文献2：特開2007-218111号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、ハイブリッド作業機械では、エンジンアシスト制御と発電制御

とを行うハイブリッドコントローラと、油圧ポンプの流量制御を行うポンプコントローラと、エンジンのエンジン回転数を制御するエンジンコントローラとを有する。ハイブリッドコントローラは、発電出力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数を算出する。ポンプコントローラは、操作レバーの操作量や負荷出力などから要求される目標エンジン回転数と、ハイブリッドコントローラから出力される発電機要求最低エンジン回転数との大きい回転数を選択し最終目標エンジン回転数としてエンジンコントローラおよびハイブリッドコントローラに出力する。そして、エンジンコントローラは、この最終目標エンジン回転数を制御する。この時、ハイブリッドコントローラは、この最終目標エンジン回転数が実エンジン回転数より一定の回転数以上に大きくなる偏差が発生した場合に、発電機モータによるエンジン回転数の増速を行うエンジンアシスト制御を行う。

[0006] ここで、ハイブリッドコントローラは、例えばキャパシタのキャパシタ電圧が低下した場合、必要な発電電力を確保するために発電機制御用目標エンジン回転数を高く算出し、この結果、エンジンアシストを行うが、このエンジンアシストによってさらにキャパシタ電圧が低下してしまう。

[0007] このキャパシタ電圧のさらなる低下状態は、キャパシタやキャパシタに対する電圧変換器である変圧器への入出力電流を増大させるとともに、予め変圧器に設定された低損失となる最適な電圧値から外れた時、電圧値の差が大きくなる程、変換ロスが増大することになり、変圧器及びキャパシタのヒートバランスが悪化してしまうという問題があった。

[0008] この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、変圧器及びキャパシタのヒートバランスの悪化を抑えたエンジンアシスト制御を行うことができるハイブリッド作業機械を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、この発明にかかるハイブリッド作業機械は、エンジンと、前記エンジンの駆動軸に接続された発電機モータと、前記発電機モータが発電した電力を蓄電し、あるいは前記発電機

モータに電力を供給する蓄電器と、前記発電機モータが発電した電力と前記蓄電器が蓄えている電力とのすくなくとも一方で駆動されるモータと、前記発電機モータ及び前記モータと前記蓄電器との間に設けられた変圧器と、少なくともエンジン負荷及び発電機モータ出力の状態をもとに目標エンジン回転数を演算する目標エンジン回転数演算部と、前記蓄電器の畜電状態及び発電機モータ回転数に応じて該蓄電器の発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数を出力する発電制御部と、前記目標エンジン回転数及び前記発電機要求最低エンジン回転数をもとにエンジン制御用目標エンジン回転数を算出して出力するエンジン制御用目標エンジン回転数演算部と、前記エンジン制御用目標エンジン回転数をもとにエンジン回転数を制御するエンジン制御部と、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数とし、該発電機制御用目標エンジン回転数及び発電機モータ回転数をもとにエンジンアシストを制御するアシスト制御部と、を備えたことを特徴とする。

[0010] また、この発明にかかるハイブリッド作業機械は、エンジンと、前記エンジンの駆動軸に接続された発電機モータと、前記発電機モータが発電した電力を蓄電し、あるいは前記発電機モータに電力を供給する蓄電器と、前記発電機モータが発電した電力と前記蓄電器が蓄えている電力とのすくなくとも一方で駆動されるモータと、前記発電機モータ及び前記モータと前記蓄電器との間に設けられた変圧器と、少なくともエンジン負荷及び発電機モータ出力の状態をもとに目標エンジン回転数を演算する目標エンジン回転数演算部と、前記蓄電器の畜電状態及び発電機モータ回転数に応じて該蓄電器の発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数を出力する発電制御部と、前記目標エンジン回転数及び前記発電機要求最低エンジン回転数をもとにエンジン制御用目標エンジン回転数を算出して出力するエンジン制御用目標エンジン回転数演算部と、前記エンジン制御用目標エンジン回転数をもとにエンジン回転数を制御するエンジン制御部と、前記発電機要求最低エンジン回転数が前記目標エンジン回転数を超えた場合

、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数として出力する出力処理部と、前記出力処理部が出力した発電機制御用目標エンジン回転数及び発電機モータ回転数をもとにエンジンアシストを制御するアシスト制御部と、を備えたことを特徴とする。

[0011] また、この発明にかかるハイブリッド作業機械は、上記の発明において、前記出力処理部は、前記発電機要求最低エンジン回転数が前記目標エンジン回転数を超えた場合、蓄電器電圧が所定電圧を超えた場合、変圧器温度が所定変圧器温度を超えた場合、蓄電器温度が所定蓄電器温度を超えた場合のいずれかである場合に、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数として出力することを特徴とする。

[0012] また、この発明にかかるハイブリッド作業機械は、上記の発明において、前記目標エンジン回転数制御部は、エンジン回転数に対するトルク線図上において、目標エンジン出力を規定する目標エンジン出力設定線とマッチングルートとの交点におけるエンジン回転数を目標エンジン回転数として演算することを特徴とする。

[0013] また、この発明にかかるハイブリッド作業機械は、上記の発明において、前記変圧器の電圧変換比は、入力側となるコイルの巻き数と出力側となるコイルの巻き数との巻き数比に一致することを特徴とする。

[0014] この発明によれば、目標エンジン回転数演算部が、少なくともエンジン負荷及び発電機モータ出力の状態をもとに目標エンジン回転数を演算し、アシスト制御部が、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数とし、該発電機制御用目標エンジン回転数及び発電機モータ回転数をもとにエンジンアシストを制御するようにしているので、発電機要求最低エンジン回転数の増大に伴う無駄なエンジンアシストをなくし、変圧器及びキャパシタのヒートバランスの悪化を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、ハイブリッド作業機械としての一例であるハイブリッド油圧ショベルを示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示したハイブリッド油圧ショベルの装置構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、変圧器の詳細構成を示す回路図である。

[図4]図4は、エンジンアシスト制御に関するハイブリッドコントローラ、ポンプコントローラ、及びエンジンコントローラの構成を示すブロック図である。

[図5]図5は、エンジンアシスト制御の一例を示すタイムチャートである。

[図6]図6は、エンジンアシスト制御の変形例に関するハイブリッドコントローラ、ポンプコントローラ、及びエンジンコントローラの構成を示すブロック図である。

[図7]図7は、禁止条件判定処理部による禁止条件判定処理手順を示すフローチャートである。

[図8]図8は、低速マッチング制御の概要を示すエンジン回転数に対するトルク線図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、添付図面を参照してこの発明を実施するための形態について説明する。

[0017] 図1は、ハイブリッド作業機械としての一例であるハイブリッド油圧ショベル1を示す斜視図である。図2は、図1に示すハイブリッド油圧ショベル1の装置構成を示すブロック図である。なお、ハイブリッドではない、単なる作業機械の概念には、油圧ショベル、ブルドーザ、ダンプトラック、ホイールローダ等の建設機械を含み、これら建設機械にエンジンからの駆動力と、それ以外の電力供給要素との間で電力のやり取りを行って駆動する電動モータを有するハイブリッド特有の構成を備えたものをハイブリッド作業機械とする。

[0018] (ハイブリッド油圧ショベル)

ハイブリッド油圧ショベル1は、車両本体2と作業機3とを備えている。車両本体2は、下部走行体4と上部旋回体5とを有する。下部走行体4は、

一对の走行装置 4 a を有する。各走行装置 4 a は、履帯 4 b を有する。各走行装置 4 a は、図 2 に示す右走行用油圧モータ 3 4 と左走行用油圧モータ 3 5 の回転駆動によって履帯 4 b を駆動させハイブリッド油圧ショベル 1 を走行させるものである。

[0019] 上部旋回体 5 は、下部走行体 4 の上部に旋回可能に設けられる。上部旋回体 5 は、自身を旋回させるため、旋回モータ 2 3 を備えている。旋回モータ 2 3 は、スイングマシナリ 2 4（減速機）の駆動軸に連結されている。旋回モータ 2 3 の回転力は、スイングマシナリ 2 4 を介して伝達され、伝達された回転力が、図示しない旋回ピニオン及びスイングサークル等を介して上部旋回体 5 に伝わり上部旋回体 5 を旋回させる。旋回モータ 2 3 は発電機モータ 1 9 もしくはキャパシタ 2 5 から供給される電気で駆動する電動モータであるが油圧で駆動する油圧モータとしてもよい。また、本実施形態では、モータの一例として旋回モータ 2 3 を駆動して上部旋回体 5 を旋回させるようにしているが、モータは、作業機 3 を駆動するための油圧ポンプもしくは下部走行体 4 を駆動するものであってもよい。

[0020] 上部旋回体 5 には、運転室 6 が設けられる。また、上部旋回体 5 は、燃料タンク 7 と作動油タンク 8 とエンジン室 9 とカウンタウェイト 1 0 とを有する。燃料タンク 7 は、内燃機関としてのエンジン 1 7 を駆動するための燃料を蓄えている。作動油タンク 8 は、ブーム用油圧シリンダ 1 4、アーム用油圧シリンダ 1 5 及びバケット用油圧シリンダ 1 6 等の油圧シリンダ並びに右走行用油圧モータ 3 4 及び左走行用油圧モータ 3 5 等の油圧モータ（油圧アクチュエータ）といった油圧機器に対して、油圧ポンプ 1 8 から吐出される作動油を蓄えている。エンジン室 9 には、エンジン 1 7、油圧ポンプ 1 8、発電機モータ 1 9 及び蓄電器としてのキャパシタ 2 5 等の各種機器が収納されている。カウンタウェイト 1 0 は、エンジン室 9 の後方に配置される。

[0021] 作業機 3 は、上部旋回体 5 の前部中央位置に取り付けられ、ブーム 1 1、アーム 1 2、バケット 1 3、ブーム用油圧シリンダ 1 4、アーム用油圧シリンダ 1 5 及びバケット用油圧シリンダ 1 6 を有する。ブーム 1 1 の基端部は

、上部旋回体 5 に揺動可能に連結される。また、ブーム 11 の基端部の反対側となる先端部は、アーム 12 の基端部に回転可能に連結される。アーム 12 の基端部の反対側となる先端部には、バケット 13 が回転可能に連結される。また、バケット 13 は、バケット用油圧シリンダ 16 とリンクを介して連結している。ブーム用油圧シリンダ 14、アーム用油圧シリンダ 15 及びバケット用油圧シリンダ 16 は、油圧ポンプ 18 から吐出された作動油によって伸縮動作する油圧シリンダ（油圧アクチュエータ）である。ブーム用油圧シリンダ 14 は、ブーム 11 を揺動させる。アーム用油圧シリンダ 15 は、アーム 12 を揺動動作させる。バケット用油圧シリンダ 16 は、バケット 13 を揺動させる。

[0022] 図 2 において、ハイブリッド油圧ショベル 1 は、駆動源としてのエンジン 17、油圧ポンプ 18 及び発電機モータ 19 を有する。エンジン 17 としてディーゼルエンジンが用いられ、油圧ポンプ 18 として可変容量型油圧ポンプが用いられる。油圧ポンプ 18 は、例えば、斜板 18a の傾転角を変化させることによってポンプ容量を変化させる斜板式油圧ポンプであるが、これに限定されるものではない。エンジン 17 には、エンジン 17 の回転速度（単位時間あたりの回転数）を検出するための回転センサ 41 が備えてある。回転センサ 41 が検出したエンジン 17 の回転速度（エンジン回転数）を示す信号は、エンジンコントローラ C12 が取得し、エンジンコントローラ C12 より車内ネットワークでハイブリッドコントローラ C2 に入力される。回転センサ 41 は、エンジン 17 のエンジン回転数を検出する。

[0023] エンジン 17 の駆動軸 20 には、油圧ポンプ 18 及び発電機モータ 19 が直接的もしくは間接的に接続されており、エンジン 17 が駆動することで、油圧ポンプ 18 及び発電機モータ 19 が駆動する。油圧駆動系としては、操作弁 33、ブーム用油圧シリンダ 14、アーム用油圧シリンダ 15、バケット用油圧シリンダ 16、右走行用油圧モータ 34 及び左走行用油圧モータ 35 等を有し、油圧ポンプ 18 が油圧駆動系への作動油供給源となってこれらの油圧機器を駆動する。なお、操作弁 33 は、流量方向制御弁であり、操作

レバー 3 2 L, 3 2 R の操作方向に応じて図示しないスプールを移動させ、各油圧アクチュエータへの作動油の流れ方向を規制し、操作レバー 3 2 L, 3 2 R および図示しない走行用レバーの操作量に応じた作動油を、ブーム用油圧シリンダ 1 4、アーム用油圧シリンダ 1 5、バケット用油圧シリンダ 1 6、右走行用油圧モータ 3 4 又は左走行用油圧モータ 3 5 等の油圧アクチュエータに供給するものである。また、エンジン 1 7 の出力は、P T O (Power Take Off : パワーテイクオフ) 軸を介して油圧ポンプ 1 8 若しくは発電機モータ 1 9 へ伝達されるものであってもよい。なお、油圧ポンプ 1 8 から吐出される作動油のポンプ圧は、圧力センサ 6 1 によって検出され、他のコントローラ C 1 に入力される。なお、他のコントローラ C 1 は、ハイブリッドコントローラ C 2 以外のポンプコントローラ C 1 1, エンジンコントローラ C 1 2 などのコントローラを含む。

[0024] 電気駆動系は、発電機モータ 1 9 にパワーケーブルを介して接続される第 1 インバータ 2 1 と、第 1 インバータ 2 1 にワイヤリングハーネスを介して接続される第 2 インバータ 2 2 と、第 1 インバータ 2 1 と第 2 インバータ 2 2 との間に、ワイヤリングハーネスを介して設けられる変圧器としての変圧器 2 6 と、変圧器 2 6 にコンタクタ 2 7 (電磁接触器) を介して接続されるキャパシタ 2 5 と、第 2 インバータ 2 2 にパワーケーブルを介して接続される旋回モータ 2 3 等とを含む。なお、コンタクタ 2 7 は、通常はキャパシタ 2 5 と変圧器 2 6 との電気回路を閉じて通電可能状態としている。一方、ハイブリッドコントローラ C 2 は、漏電検出等により電気回路を開く必要があると判断するようになっており、その判断がされた際、コンタクタ 2 7 に通電可能状態を遮断状態へ切り替えるための指示信号を出力する。そして、ハイブリッドコントローラ C 2 から指示信号を受けたコンタクタ 2 7 は電気回路を開く。

[0025] 旋回モータ 2 3 は、上述のように機械的にスイングマシナリ 2 4 に連結している。発電機モータ 1 9 が発電する電力及びキャパシタ 2 5 に蓄えられた電力の少なくとも一方が旋回モータ 2 3 の電力源となり、スイングマシナリ

24を介して上部旋回体5を旋回させる。すなわち、旋回モータ23は、発電機モータ19及びキャパシタ25の少なくとも一方から供給される電力で力行動作することで上部旋回体5を旋回加速する。また、旋回モータ23は、上部旋回体5が旋回減速する際に回生動作し、その回生動作により発電された電力（回生エネルギー）をキャパシタ25に供給（充電）または発電機モータ19を介しエンジン17へ軸出力を戻す。なお、旋回モータ23には、旋回モータ23の回転速度（旋回モータ回転速度）を検出する回転センサ55が備えてある。回転センサ55は、力行動作（旋回加速）又は回生動作（旋回減速）の際における旋回モータ23の回転速度を計測することができる。回転センサ55により計測された回転速度を示す信号は、ハイブリッドコントローラC2に入力される。回転センサ55は、例えば、レゾルバを用いることができる。

[0026] 発電機モータ19は、発電した電力をキャパシタ25に供給（充電）するとともに、状況に応じて旋回モータ23に電力を供給する。発電機モータ19としては、例えば、SR（スイッチドリラクタンス）モータが用いられる。なお、SRモータではなく、永久磁石を用いた同期モータを用いてもキャパシタ25又は旋回モータ23へ電気エネルギーを供給する役割を果たすことができる。発電機モータ19にSRモータを用いた場合、SRモータは高価な希少金属を含む磁石を用いないため、コストの面で有効である。発電機モータ19は、ロータ軸がエンジン17の駆動軸20に機械的に結合されている。このような構造により、発電機モータ19は、エンジン17の駆動によって発電機モータ19のロータ軸が回転し、発電することになる。また、発電機モータ19のロータ軸には回転センサ54が取り付けられている。回転センサ54は、発電機モータ19の回転速度（発電機モータ回転数）を計測し、回転センサ54により計測された発電機モータ回転数を示す信号は、ハイブリッドコントローラC2に入力される。回転センサ54は、例えば、レゾルバを用いることができる。

[0027] 変圧器26は、発電機モータ19及び旋回モータ23とキャパシタ25と

の間に設けられる。変圧器 26 は、第 1 インバータ 21 と第 2 インバータ 22 とを介して発電機モータ 19 又は旋回モータ 23 に供給される電力（キャパシタ 25 に蓄えられた電荷）の電圧を任意に昇圧する。昇圧については後述する。昇圧された電圧は、旋回モータ 23 を力行動作（旋回加速）させる際には旋回モータ 23 に印加され、エンジン 17 の出力をアシストする際には発電機モータ 19 へ印加される。なお、変圧器 26 は、発電機モータ 19 又は旋回モータ 23 で発電された電力をキャパシタ 25 に充電する際には、電圧を $1/2$ に降下（降圧）させる役割も有する。変圧器 26 には、変圧器 26 の温度を検出する変圧器温度センサ 50 が取り付けられている。変圧器温度センサ 50 により計測された変圧器温度を示す信号は、ハイブリッドコントローラ C2 に入力される。さらに、変圧器 26 と第 1 インバータ 21 及び第 2 インバータ 22 との間のワイヤリングハーネスに、変圧器 26 により昇圧された電圧の大きさあるいは旋回モータ 23 の回生により生成された電力の電圧の大きさを計測するための電圧検出センサ 53 が取り付けられている。電圧検出センサ 53 により計測された電圧を示す信号は、ハイブリッドコントローラ C2 に入力される。

[0028] 本実施形態において、変圧器 26 は、入力された直流電力を昇圧又は降圧させ、直流電力として出力する機能を有している。このような機能を有していれば、変圧器 26 の種類は特に限定されるものではない。本実施形態においては、例えば、変圧器 26 に、トランスと 2 個のインバータとを組み合わせたトランス結合型変圧器と呼ばれる変圧器を用いている。この他、変圧器 26 は、DC-DC コンバータを用いてもよい。次に、トランス結合型変圧器について簡単に説明する。

[0029] 図 3 は、変圧器としてのトランス結合型変圧器を示す図である。図 3 に示すように、第 1 インバータ 21 と第 2 インバータ 22 とが正極ライン 60 と負極ライン 61 とを介して接続される。変圧器 26 は、正極ライン 60 と負極ライン 61 との間に接続されている。変圧器 26 は、2 個のインバータとしての 1 次側インバータである低圧側インバータ 62 と 2 次側インバータで

ある高圧側インバータ 63 とを、トランス 64 で AC (Alternating Current) リンクさせている。このように、変圧器 26 は、トランス結合型変圧器である。次の説明では、トランス 64 の低圧側コイル 65 と高圧側コイル 66 との巻線比は 1 対 1 としておく。

[0030] 低圧側インバータ 62 と高圧側インバータ 63 とは、低圧側インバータ 62 の正極と高圧側インバータ 63 の負極とが加極性となるように電氣的に直列接続されている。すなわち、変圧器 26 は、第 1 インバータ 21 と同極性になるように並列に接続されている。

[0031] 低圧側インバータ 62 は、トランス 64 の低圧側コイル 65 にブリッジ接続された 4 個の IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) 71, 72, 73, 74 と、IGBT 71, 72, 73, 74 それぞれに並列に、かつ極性が逆向きに接続されたダイオード 75, 76, 77, 78 とを含んでいる。ここでいうブリッジ接続とは、低圧側コイル 65 の一端が IGBT 71 のエミッタと IGBT 72 のコレクタと接続され、他端が IGBT 73 のエミッタと IGBT 74 のコレクタとに接続される構成をいう。IGBT 71, 72, 73, 74 は、ゲートにスイッチング信号が印加されることによりオンされ、コレクタからエミッタに電流が流れる。

[0032] キャパシタ 25 の正極端子 25a は、正極ライン 91 を介して IGBT 71 のコレクタに電氣的に接続されている。IGBT 71 のエミッタは IGBT 72 のコレクタと電氣的に接続されている。IGBT 72 のエミッタは、負極ライン 92 を介してキャパシタ 25 の負極端子 25b に電氣的に接続されている。負極ライン 92 は負極ライン 61 に接続されている。

[0033] 同様に、キャパシタ 25 の正極端子 25a は、正極ライン 91 を介して IGBT 73 のコレクタと電氣的に接続されている。IGBT 73 のエミッタは IGBT 74 のコレクタと電氣的に接続されている。IGBT 74 のエミッタは、負極ライン 92 を介してキャパシタ 25 負極端子 25b と電氣的に接続されている。

[0034] IGBT 71 のエミッタ (ダイオード 75 のアノード) 及び IGBT 72

のコレクタ（ダイオード76のカソード）は、トランス64の低圧側コイル65の一方の端子に接続されているとともに、IGBT73のエミッタ（ダイオード77のアノード）及びIGBT74のコレクタ（ダイオード78のカソード）は、トランス64の低圧側コイル65の他方の端子に接続されている。

[0035] 高圧側インバータ63は、トランス64の高圧側コイル66にブリッジ接続された4個のIGBT81, 82, 83, 84と、IGBT81, 82, 83, 84それぞれに並列に、かつ極性が逆向きに接続されたダイオード85, 86, 87, 88とを含む。ここでいうブリッジ接続とは、高圧側コイル66の一端がIGBT81のエミッタとIGBT82のコレクタとに接続され、他端がIGBT83のエミッタとIGBT84のコレクタとに接続される構成をいう。IGBT81, 82, 83, 84は、ゲートにスイッチング信号が印加されることによりオンされ、コレクタからエミッタに電流が流れる。

[0036] IGBT81, 83のコレクタは、正極ライン93を介して第1インバータ21の正極ライン60と電氣的に接続されている。IGBT81のエミッタはIGBT82のコレクタと電氣的に接続されている。IGBT83のエミッタはIGBT84のコレクタと電氣的に接続されている。IGBT82, 84のエミッタは、正極ライン91、つまり低圧側インバータ62のIGBT71, 73のコレクタに電氣的に接続されている。

[0037] IGBT81のエミッタ（ダイオード85のアノード）及びIGBT82のコレクタ（ダイオード86のカソード）は、トランス64の高圧側コイル66の一方の端子に電氣的に接続されているとともに、IGBT83のエミッタ（ダイオード87のコレクタ）及びIGBT84のコレクタ（ダイオード88のカソード）は、トランス64の高圧側コイル66の他方の端子に電氣的に接続されている。

[0038] IGBT81, 83のコレクタが接続される正極ライン93とIGBT82, 84のエミッタが接続される正極ライン91との間にはコンデンサ67

が電氣的に接続されている。コンデンサ 67 はリップル電流吸収用である。リップル電流吸収用のコンデンサ 67 は IGBT 71 のコレクタ側と IGBT 72 のエミッタ側に接続されてもよい。

[0039] トランス 64 は一定値 L の漏れインダクタンスを有している。漏れインダクタンスは、トランス 64 の低圧側コイル 65 と高圧側コイル 66 の間隙を調整して得ることができる。図 3 では低圧側コイル 65 側に $L/2$ の漏れインダクタンスを、高圧側コイル 66 側に $L/2$ の漏れインダクタンスとなるように分割している。

[0040] 上述した変圧器温度センサ 50 は、トランス 64 が有する低圧側コイル 65 及び高圧側コイル 66 並びに低圧側インバータ 62 の IGBT 71, 72, 73, 74 及び高圧側インバータ 63 の IGBT 81, 82, 83, 84 のそれぞれに取り付けられている。

[0041] IGBT 71 ~ 74、81 ~ 84 の選択駆動により変圧器 26 は、キャパシタ 25 から電力を入力側として低圧側コイル 65 へ入力される。低圧側コイル 65 からの出力と、高圧側 66 からの出力とを加極された状態を昇圧後の出力側とする。昇圧後の出力側からの出力は第 1 インバータ 21 および第 2 インバータ 22 側へ供給される。これにより入出力間での昇圧を行う。この時、入力側のコイル巻き数となる低圧側のコイルの巻き数と、出力側のコイルの巻き数を低圧側のコイルの巻き数と高圧側のコイルの巻き数とを加算した巻き数とし、入力側の巻き数と、出力側の巻き数との巻き数比とする。巻き数比が昇圧比と一致する時、変圧時の損失は最も低損失となる。

[0042] 発電機モータ 19 及び旋回モータ 23 は、ハイブリッドコントローラ C2 による制御のもと、それぞれ第 1 インバータ 21 及び第 2 インバータ 22 によって電流制御される。第 2 インバータ 22 に入力する直流電流の大きさを計測するため、第 2 インバータ 22 には電流計 52 が設けられる。電流計を用いなくとも旋回モータ 23 の回転数と指令トルク値および推定されるインバータでの変換効率をもとにして第 2 インバータ 22 に流れる電流値を算出してもよい。電流計 52 が検出した電流を示す信号は、ハイブリッドコント

ローラC 2に入力される。キャパシタ25に蓄えられた電力の量（電荷量又は電気容量）は、電圧の大きさを指標として管理することができる。キャパシタ25に蓄えられた電力の電圧の大きさを検出するために、キャパシタ25の所定の出力端子に電圧センサ28が設けられている。電圧センサ28が検出したキャパシタ電圧を示す信号は、ハイブリッドコントローラC 2に入力される。ハイブリッドコントローラC 2は、キャパシタ25の充電量（電力の量（電荷量又は電気容量））を監視して、発電機モータ19が発電する電力をキャパシタ25へ供給（充電）するか、旋回モータ23へ供給（力行作用のための電力供給）するかといったエネルギー管理を実行する。

[0043] 本実施形態において、キャパシタ25は、例えば、電気二重層キャパシタが用いられる。キャパシタ25の代わりに、リチウムイオン電池やニッケル水素電池等、他の二次電池として機能する蓄電器を用いてもよい。さらに、旋回モータ23としては、例えば、永久磁石式同期モータが用いられるが、これに限定されるものではない。キャパシタ25には、蓄電器としてのキャパシタ25の温度を検出するキャパシタ温度センサ51が取り付けられている。キャパシタ温度センサ51により計測されたキャパシタ温度を示す信号は、ハイブリッドコントローラC 2に入力される。

[0044] 油圧駆動系及び電気駆動系は、車両本体2に設けられた運転室6の内部に設けられる作業機レバー、旋回レバー等の操作レバー32L、32Rの操作に応じて駆動する。操作レバー32Rの前後左右の操作に応じてブームの昇降動作およびバケットの掘削・ダンプ動作を行い、操作レバー32Lの前後左右の操作に応じて左右の旋回動作とアームの掘削・ダンプ動作を行う。これ以外に図示しない左右の走行レバーを有する。ハイブリッド油圧ショベル1のオペレータが、上部旋回体5を旋回させるための操作手段として機能する操作レバー32L（旋回レバー）を操作した場合、旋回レバーの操作方向及び操作量は、ポテンショメータ又はパイロット圧力センサ等によって検出され、検出された操作量は電気信号として他のコントローラC 1、さらには

ハイブリッドコントローラC 2に送信される。

[0045] 他の操作レバーが操作された場合も同様に電気信号が他のコントローラC 1及びハイブリッドコントローラC 2に送信される。この旋回レバーの操作方向及び操作量あるいは他の操作レバーの操作方向や操作量に応じて、他のコントローラC 1及びハイブリッドコントローラC 2は、旋回モータ2 3の回転動作（力行作用あるいは回生作用）やキャパシタ2 5の電気エネルギーのマネージメント（充電あるいは放電のための制御）、発電機モータ1 9の電気エネルギーのマネージメント（発電あるいはエンジン出力のアシスト、旋回モータ2 3への力行作用）といった電力の授受をコントロール（エネルギーマネージメント）するために第2インバータ2 2、変圧器2 6及び第1インバータ2 1の制御を実行する。

[0046] 運転室6内には、操作レバー3 2 L、3 2 Rのほかに、モニタ装置3 0及びキースイッチ3 1が設けられる。モニタ装置3 0は、液晶パネルや操作ボタン等で構成される。また、モニタ装置3 0は、液晶パネルの表示機能と操作ボタンの各種情報入力機能とを統合させたタッチパネルであってもよい。モニタ装置3 0は、ハイブリッド油圧ショベル1の動作状態（エンジン水温の状態、油圧機器等の故障有無状態又は燃料残量等の状態等）を示す情報をオペレータ又はサービスマンへ知らせる機能を有するとともに、オペレータが所望する設定又は指示（エンジンの出力レベル設定や走行速度の速度レベル設定等又は後述するキャパシタ電荷抜き指示）をハイブリッド油圧ショベル1に対して行う機能を有する、情報入出力装置である。

[0047] スロットルダイヤル5 6は、エンジン1 7への燃料供給量を設定するためのスイッチであり、スロットルダイヤル5 6の設定値は、電気信号に変換されて他のコントローラC 1に出力される。

[0048] キースイッチ3 1は、キーシリンダを主な構成部品としたものである。キースイッチ3 1は、キーをキーシリンダに挿入し、キーを回転動作させることでエンジン1 7に付設されたスタータ（エンジン始動用モータ）を始動させてエンジンを駆動（エンジン始動）させる。また、キースイッチ3 1は、

エンジン駆動中にエンジン始動とは逆の方向にキーを回転動作させることでエンジンを停止（エンジン停止）させるといった指令を出すものである。いわゆる、キースイッチ 31 は、エンジン 17 及びハイブリッド油圧ショベル 1 の各種電気機器への指令を出力する指令出力手段である。

[0049] エンジン 17 を停止させるために、キーを回転動作（具体的には後述のオフの位置に操作）すると、エンジン 17 への燃料供給及び図示しないバッテリーから各種電気機器への電気の供給（通電）が遮断され、エンジンは停止する。キースイッチ 31 は、キーを回転動作させたときの位置がオフ（OFF）のとき、図示しないバッテリーから各種電気機器への通電を遮断し、キーの位置がオン（ON）のときに、図示しないバッテリーから各種電気機器への通電を行い、さらにその位置からキーを回転動作させてキー位置がスタート（ST）のときに、図示しないスタータを始動させエンジンを始動させることができるものである。エンジン 17 が始動した後、エンジン 17 が駆動している間は、キー回転位置はオン（ON）の位置にある。

[0050] なお、上記のようなキーシリンダを主な構成部品とするキースイッチ 31 ではなく、他の指令出力手段、例えば、押しボタン式のキースイッチであってもよい。すなわち、エンジン 17 が停止している状態でボタンを一回押すとオン（ON）となり、さらにボタンを押すとスタート（ST）となり、エンジン 17 が駆動している間にボタンを押すとオフ（OFF）となるように機能するものでもよい。また、エンジン 17 が停止している状態で、所定の時間、ボタンを押し続けたことを条件として、オフ（OFF）からスタート（ST）へと移行し、エンジン 17 を始動させることができるものであってもよい。

[0051] 他のコントローラ C1 は、モニタ装置 30 から出力される指示信号、キースイッチ 31 のキー位置に応じて出力される指示信号及び操作レバー 32L、32R の操作に応じて出力される指示信号（上記の操作量や操作方向を示す信号）をもとに、エンジン 17 及び油圧ポンプ 18 を制御する。エンジン 17 は、主として他のコントローラ C1 内のエンジンコントローラ C12 に

よって制御される。また、油圧ポンプ１８は、主として他のコントローラＣ１内のポンプコントローラＣ１１によって制御される。エンジン１７は、コモンレール式の燃料噴射装置４０による電子制御が可能なエンジンである。エンジン１７は、他のコントローラＣ１によって燃料噴射量を適切にコントロールすることで、目標とするエンジン出力を得ることが可能であり、ハイブリッド油圧ショベル１の負荷状態に応じて、エンジン回転数及び出力可能なトルクが設定され、駆動することが可能である。

[0052] ハイブリッドコントローラＣ２は、他のコントローラＣ１との協調制御のもと、上記のように第１インバータ２１、第２インバータ２２及び変圧器２６を制御して、発電機モータ１９、旋回モータ２３及びキャパシタ２５の電力の授受を制御する。また、ハイブリッドコントローラＣ２は、電圧センサ２８、変圧器温度センサ５０及びキャパシタ温度センサ５１等の各種センサ類による検出値を取得し、これに基づいて、本実施形態に係る作業機械の制御を実行する。

[0053] ハイブリッドコントローラＣ２は、発電制御部Ｃ２１とアシスト制御部Ｃ２２を有する。発電制御部Ｃ２１は、発電機モータ１９による発電制御を行う。また、アシスト制御部Ｃ２２は、発電機モータ１９によるエンジンアシスト制御を行う。

[0054] (アシスト制御)

ここで、図４を参照して、主として発電機モータ１９によるエンジンアシスト制御について説明する。図４において、まず他のコントローラＣ１内のポンプコントローラＣ１１には、低速マッチング制御部Ｃ１３を有する。低速マッチング制御部Ｃ１３には、第１目標エンジン回転数演算部１０１は、操作レバー３２Ｌ、３２Ｒによる、操作旋回レバー値、ブームレバー値、アームレバー値、バケットレバー値、走行右レバー値、走行左レバー値の総和であるレバー値信号Ｄ１１、及びスロットルダイヤル５６によるスロットル値Ｄ１２をもとに第１目標エンジン回転数Ｄ１を演算する。この第１目標エンジン回転数Ｄ１は、オペレータの意思に対応するものである。また、第２

目標エンジン回転数演算部 102 は、ポンプ圧 D13、エンジン負荷 D14、発電機出力 D15、及び旋回出力 D22 をもとに第 2 目標エンジン回転数 D2 を演算する。この第 2 目標エンジン回転数 D2 は、エンジン 17、発電機モータ 19 の出力、油圧ポンプ 18 の負荷、及び旋回出力に対応して決定されるものである。なお、エンジン負荷 D14 は、燃料噴射量、エンジン回転数、大気温度などにより予測したエンジントルクと、エンジン回転数とをもとに演算出力されるものである。ここで、エンジントルクは、トルクセンサによって実測してもよい。また、第 1 目標エンジン回転数演算部 101 及び第 2 目標エンジン回転数演算部 102 を 1 つの目標エンジン回転数演算部としてもよい。油圧ポンプ 13 の負荷はポンプ圧力より推定するか、必要に応じポンプ圧力と可変容量ポンプの斜板角度との乗算よりトルクを求める。

[0055] なお、第 1 目標エンジン回転数演算部 101 及び第 2 目標エンジン回転数演算部 102 を 1 つの目標エンジン回転数演算部とする場合、第 2 目標エンジン回転数演算部 102 のみを設け、この第 2 目標エンジン回転数演算部 102 が、少なくとも内部負荷であるエンジン負荷 D14 及び発電機出力 D15 のみをもとに第 2 目標エンジン回転数 D2 を演算出力するようにしてもよい。また、この場合、第 2 目標エンジン回転数演算部 102 は、さらに、外部負荷であるポンプ圧 D13 及び旋回出力 D22 をもとに第 2 目標エンジン回転数 D2 を演算出力することが好ましい。また、図 4 に示したように、第 1 目標エンジン回転数演算部 101 を設け、この第 1 目標エンジン回転数演算部 101 が、さらにオペレータの意思に対応するレバー値信号 D11 及びスロットル値 D12 をもとに第 1 目標エンジン回転数 D1 を演算出力することが好ましい。

[0056] 第 1 最大値選択部 103 は、第 1 目標エンジン回転数 D1、第 2 目標エンジン回転数 D2、及び発電制御部 C21 から出力される発電機要求最低エンジン回転数 D3 のうちの最大のエンジン回転数をエンジン制御用目標エンジン回転数 D4 として選択し、エンジン制御用目標エンジン回転数 D4 をエンジンコントローラ C12 に出力する。エンジンコントローラ C12 は、入力

されたエンジン制御用エンジン回転数D 4 となるように、燃料噴射量を制御する。

[0057] 一方、第2 最大値選択部1 0 4 は、第1 目標エンジン回転数D 1、第2 目標エンジン回転数D 2 のうちの最大のエンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数D 5 としてハイブリッドコントローラC 2 のアシスト制御部C 2 2 に出力する。アシスト制御部C 2 2 は、回転センサ5 4 が計測する発電機モータ回転数D 2 5 とポンプコントローラC 1 1 から入力される発電機制御用目標エンジン回転数D 5 との偏差が所定値 $\Delta\omega$ 以上である場合に、エンジンアシストを行わせる制御を行う。

[0058] 発電制御部C 2 1 は、電圧センサ2 8 が検出したキャパシタ電圧D 2 1、電流計5 2 が検出した電流及び電圧検出センサ5 3 が検出した電圧をもとに求めた旋回出力D 2 2、変圧器温度センサ5 0 が検出した変圧器温度D 2 3、キャパシタ温度センサ5 1 が検出したキャパシタ温度D 2 4、及び発電機モータ回転数D 2 5 をもとに、キャパシタ2 5 の発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数D 3 を求めて第1 最大値選択部1 0 3 に出力する。

[0059] 従来は、第1 最大値選択部1 0 3 が出力するエンジン制御用目標エンジン回転数D 4 を、発電機制御用目標エンジン回転数としてアシスト制御部C 2 2 に出力していたため、キャパシタ2 5 のキャパシタ電圧が低下した場合、必要な発電電力を確保するために発電機制御用目標エンジン回転数が高く出力されていた。そして、アシスト制御部C 2 2 は、発電機モータ回転数D 2 5 と発電機制御用目標エンジン回転数との偏差が所定値 $\Delta\omega$ 以上となることから、発電機モータ1 9 をモータとして作用させるエンジンアシストを行う。しかし、このエンジンアシストによってさらにキャパシタ電圧が低下してしまう。このキャパシタ電圧のさらなる低下状態は、変圧器2 6 への入出力電流を増大させるとともに、予め変圧器2 6 に設定された最適電圧変換設定値から外れた状態であるため、変換ロスが増大することになり、変圧器2 6 のヒートバランスが悪化していた。また、キャパシタ電圧が低いため充・放

電時におけるキャパシタの充・放電効率も低下し、充電ロスに伴うヒートバランスが悪化していた。

[0060] これに対し、本実施形態では、エンジン制御用目標エンジン回転数 D_4 には、発電機要求最低エンジン回転数 D_3 を加味し、発電機制御用目標エンジン回転数 D_5 には、発電機要求最低エンジン回転数 D_3 を加味させない制御を行っている。この結果、キャパシタ 25 のキャパシタ電圧が低下した場合、必要な発電電力を確保するために発電機要求最低エンジン回転数 D_3 が高く出力されても、発電機制御用目標エンジン回転数 D_5 は高くないため、アシスト制御部 C_{22} は、発電機モータ回転数 D_{25} と発電機制御用目標エンジン回転数との偏差が所定値 $\Delta\omega$ 以上とならず、エンジンアシストを行わない。このため、変圧器 26 のヒートバランスの悪化を抑えたエンジンアシスト制御を行うことができる。すなわち、変圧器 26 のヒートバランスを悪化させるような無駄なエンジンアシスト制御を行わないようにしている。

[0061] 図5は、具体的なアシスト制御を示すタイムチャートである。図5において、曲線 $L_1 \sim L_5$ は、それぞれ、キャパシタ電圧 D_{21} 、発電機要求最低エンジン回転数 D_3 、発電機制御用目標エンジン回転数 D_5 、実エンジン回転数、発電機出力 D_{15} の変化を示している。また、破線で示す曲線 L_{11} は、本実施形態におけるキャパシタ電圧 D_{21} の変化を示している。さらに、破線で示す曲線 L_{41} は、本実施形態における実エンジン回転数の変化を示している。また、曲線 L_{51} は、本実施形態における発電機出力 D_{15} の変化を示している。なお、発電機出力 D_{15} が負のとき、発電機モータ 19 は発電作用をしており、発電機出力 D_{15} が正のとき、発電機モータ 19 がエンジンアシスト作用をしていることを示す。

[0062] 図5において、時点 t_1 で、従来、発電機要求最低エンジン回転数 L_2 が発電機制御用目標エンジン回転数 L_3 よりも大きくなって、発電機制御用目標エンジン回転数 L_3 が実エンジン回転数 L_4 （発電機モータ回転数 D_{25} ）よりも所定値 $\Delta\omega$ 以上大きくなった時点 t_1 直後に、エンジンアシストが

行われて発電機出力 $D15$ は正になり、実エンジン回転数 $L4$ は大きくなる。このエンジンアシストによってキャパシタ電圧 $L1$ は低下する。従来の制御では、図4における発電機制御用目標エンジン回転数 $D5$ に第1目標エンジン回転数 $D1$ 及び第2目標エンジン回転数 $D2$ よりも高くなった発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ が発電機制御用目標エンジン回転数 $D5$ に含まれる。これにより、エンジンアシストが行われるのである。

[0063] これに対し、本実施形態では、図4における発電機制御用目標エンジン回転数 $D5$ に、第1目標エンジン回転数 $D1$ 及び第2目標エンジン回転数 $D2$ よりも高くなった発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ が含まれていない。このため、図5における発電機要求最低エンジン回転数 $L2$ が実エンジン回転数 $L4$ （発電機モータ回転数 $D25$ ）よりも所定値 $\Delta\omega$ 以上大きくなり、時点 $t1$ 直後、であっても、エンジンアシストは行われず（曲線 $L51$ 参照）、実エンジン回転数 $L4$ も急激には上がらず（曲線 $L41$ 参照）、さらにキャパシタ電圧 $L1$ も低下しない（曲線 $L11$ 参照）。

[0064] この結果、本実施形態では、発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ が大きくなっても、変圧器26及びキャパシタ25のヒートバランスを悪化させるような無駄なエンジンアシスト制御が行われない。

[0065] （アシスト制御の変形例）

上述したアシスト制御では、アシスト制御部 $C22$ に入力される発電機制御用目標エンジン回転数 $D5$ の出力の際に、常に発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ を用いていなかったが、この変形例では、キャパシタ電圧 $D21$ が所定電圧 $D21th$ を超えた場合、変圧器温度 $D23$ が所定変圧器温度 $D23th$ を超えた場合、キャパシタ温度 $D24$ が所定キャパシタ温度 $D24th$ を超えた場合、発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ が第1目標エンジン回転数 $D1$ と第2目標エンジン回転数との最大エンジン回転数よりも大きい場合のいずれかの禁止条件を満足する場合に、発電機要求最低エンジン回転数 $D3$ を用いない発電機制御用目標エンジン回転数 $D5$ を出力するようにしている。

[0066] すなわち、図6に示すように、発電機要求最低エンジン回転数D3がスイッチSW1を介して第2最大値選択部104に入力可能にし、スイッチSW1を介して発電機要求最低エンジン回転数D3が第2最大値選択部104に入力された場合、第2選択部104は、発電機要求最低エンジン回転数D3、第1目標エンジン回転数D1、第2目標エンジン回転数D2のうちの最も大きいエンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数D5としてアシスト制御部C22に出力する。一方、スイッチSW1がオフで発電機要求最低エンジン回転数D3が第2最大値選択部104に入力されない場合、第2選択部104は、第1目標エンジン回転数D1、第2目標エンジン回転数D2のうちの最も大きいエンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数D5としてアシスト制御部C22に出力する。なお、出力処理部106は、スイッチSW1、禁止条件判定処理部106、及び第2最大値選択部104を有する。

[0067] このスイッチSW1のオンオフは、禁止条件判定処理部105によって制御される。ここで、図7に示したフローチャートをもとに禁止条件判定処理部105による禁止条件判定処理手順について説明する。なお、この処理は、所定のサンプリング時間ごとに行う。

[0068] まず、禁止条件判定処理部105は、キャパシタ電圧D21が所定電圧D21thを超えたか否かを判断する（ステップS101）。キャパシタ電圧D21が所定電圧D21thを超えた場合（ステップS101, Yes）には、スイッチSW1をオフにして本処理を終了する（ステップS106）。

[0069] また、キャパシタ電圧D21が所定電圧D21thを超えない場合（ステップS101, No）には、さらに変圧器温度D23が所定変圧器温度D23thを超えたか否かを判断する（ステップS102）。変圧器温度D23が所定変圧器温度D23thを超えた場合（ステップS102, Yes）には、スイッチSW1をオフにして本処理を終了する（ステップS106）。

[0070] 変圧器温度D23が所定変圧器温度D23thを超えない場合（ステップS102, No）には、さらにキャパシタ温度D24が所定キャパシタ温度

D 2 4 t hを超えたか否かを判断する（ステップS 1 0 3）。キャパシタ温度D 2 4 が所定キャパシタ温度D 2 4 t hを超えた場合（ステップS 1 0 3, Y e s）には、スイッチS W 1 をオフにして本処理を終了する（ステップS 1 0 6）。

[0071] また、キャパシタ温度D 2 4 が所定キャパシタ温度D 2 4 t hを超えない場合（ステップS 1 0 3, N o）には、さらに発電機要求最低エンジン回転数D 3 が、第1目標エンジン回転数D 1 と第2目標エンジン回転数との大きい方のエンジン回転数を超えたか否かを判断する（ステップS 1 0 4）。発電機要求最低エンジン回転数D 3 が、第1目標エンジン回転数D 1 と第2目標エンジン回転数との大きい方のエンジン回転数を超えた場合（ステップS 1 0 4, Y e s）には、スイッチS W 1 をオフにして本処理を終了する（ステップS 1 0 6）。一方、発電機要求最低エンジン回転数D 3 が、第1目標エンジン回転数D 1 と第2目標エンジン回転数との大きい方のエンジン回転数を超えない場合（ステップS 1 0 4, N o）には、スイッチS W 1 をオンにして本処理を終了する（ステップS 1 0 5）。

[0072] なお、禁止条件判定処理部1 0 5 は、キャパシタ電圧D 2 1 が所定電圧D 2 1 t hを超えた場合、変圧器温度D 2 3 が所定変圧器温度D 2 3 t hを超えた場合、キャパシタ温度D 2 4 が所定キャパシタ温度D 2 4 t hを超えた場合、発電機要求最低エンジン回転数D 3 が第1目標エンジン回転数D 1 と第2目標エンジン回転数との最大エンジン回転数よりも大きい場合の全ての禁止条件を満足する場合、発電機要求最低エンジン回転数D 3 を用いない発電機制御用目標エンジン回転数D 5 を出力するようにしてもよい。

[0073] （低速マッチング制御）

ところで、油圧ショベルのエンジン制御では、図8に示したエンジン回転数に対するエンジントルク線図上において、目標エンジン出力を設定する等馬力曲線E L と油圧ポンプ1 8 の負荷に対してエンジン出力を定めたポンプ吸収トルク線P L 1 との交点を通るドループ曲線D L 1 上となるように制御することがある。なお、曲線T L は、エンジン1 7 の最大トルクカーブであ

る。

[0074] これに対し、ポンプコントローラC 1 1 内にある低速マッチング制御部C 1 3 は、エンジン出力の増大とともに、エンジン回転数を増大させたとき燃費効率のよい領域を通る目標マッチング点を予め設定したマッチングルートMLが規定されている。なお、マッチングルートMLには、油圧ポンプ1 8 の負荷、補機類の負荷、発電機モータ2 3 の出力が加味されている。なお、油圧ポンプ1 3 の負荷のみを考えた場合のポンプ吸収トルク線を高回転側にシフトするようにPL 1, PL 2 とする。この低速マッチング制御部C 1 3 は、レバー操作量、エンジン負荷及び油圧ポンプ負荷、並びに発電機モータ出力及び旋回モータ出力の状態をもとに、エンジン制御用の目標エンジン回転数 n_p と目標エンジン出力を算出しマッチングルートML上の目標マッチング点MPとする。低速マッチング制御部C 1 3 はハイブリッドコントローラC 2 内に設けてもよい。

[0075] そして、低速マッチング制御部C 1 3 は、例えば、油圧ポンプ1 8 の負荷状態に応じて具体的には負荷状態が減少する時、ポンプ吸収トルク線PL 1 をポンプ吸収トルク線PL 2 にシフトさせ、エンジン回転数の増加に対しエンジン出力を一定とする等馬力線ELに沿ってエンジン回転数を増加させる。これによりポンプ吸収トルク線PL 2 と等馬力曲線ELとの交点MP 2 でマッチングし、エンジン回転数 n_{p1} よりも低いエンジン回転数 n_{p2} とすることができる。すなわち、等馬力曲線ELとの交点である目標マッチング点MPにおける目標エンジン回転数 n_p が低エンジン回転数側にシフトする。なお、目標エンジン出力は、等馬力曲線（目標エンジン出力設定線）EL以外に、ドループ曲線DL 1 とポンプ吸収トルク線PL 1 との交点から求めてもよい。

[0076] ここで、図8に示す破線は、等燃費曲線を示し、トルクが高くなるにしたがって、燃費が良くなり、トルクが低くなるにしたがって、燃費が悪くなる。そして等馬力曲線（目標エンジン出力設定線）ELは、エンジン回転数が低くなるほど、等燃費曲線を横切って燃費が良くなる。すなわち、等馬力で

は、エンジン回転数が低いほど燃費が良くなる。すなわち、上述した低速マッチング制御では、等馬力で目標エンジン回転数 n_p を低く設定するようにしているので、よりマッチングルート ML を低エンジン回転数側に設定すれば燃費が良くなる。

[0077] ところで、上述した低速マッチング制御を行うと、ドループ曲線を用いたエンジン回転制御に対して目標エンジン回転数が低くなるため、これに連動して発電機モータ 19 の発電量が低下し、キャパシタ電圧 D 2 1 の電圧低下が発生しやすくなる。従来のアシスト制御では、上述したように、このキャパシタ電圧 D 2 1 の低下に伴う無駄なエンジンアシストが行われ、ヒートバランスが悪化していた。

[0078] しかしながら、このような低速マッチング制御を行う場合であっても、本実施形態では、無駄なエンジンアシストをなくし、ヒートバランスの悪化を抑えることができる。

符号の説明

- [0079]
- 1 ハイブリッド油圧ショベル
 - 2 車両本体
 - 3 作業機
 - 4 下部走行体
 - 4 a 走行装置
 - 4 b 履帯
 - 5 上部旋回体
 - 6 運転室
 - 7 燃料タンク
 - 8 作動油タンク
 - 9 エンジン室
 - 10 カウンタウエイト
 - 11 ブーム
 - 12 アーム

- 1 3 バケット
- 1 4 ブーム用油圧シリンダ
- 1 5 アーム用油圧シリンダ
- 1 6 バケット用油圧シリンダ
- 1 7 エンジン
- 1 8 a 斜板
- 1 8 油圧ポンプ
- 1 9 発電機モータ
- 2 0 駆動軸
- 2 1 第 1 インバータ
- 2 2 第 2 インバータ
- 2 3 旋回モータ
- 2 4 スイングマシナリ
- 2 5 キャパシタ
- 2 6 変圧器
- 2 7 コンタクタ
- 2 8 電圧センサ
- 3 0 モニタ装置
- 3 1 キースイッチ
- 3 2 L, 3 2 R 操作レバー
- 3 3 操作弁
- 3 4 右走行用油圧モータ
- 3 5 左走行用油圧モータ
- 4 0 燃料噴射装置
- 4 1 回転センサ
- 5 0 変圧器温度センサ
- 5 1 キャパシタ温度センサ
- 5 2 電流計

- 5 3 電圧検出センサ
- 5 4, 5 4 回転センサ
- 5 6 スロットルダイヤル
- 6 1 圧力センサ
- 1 0 1, 1 0 2 目標エンジン回転数演算部
- 1 0 3 最大値選択部
- 1 0 4 最大値選択部
- 1 0 5 禁止条件判定処理部
- 1 0 6 出力処理部
- C 1 他のコントローラ
- C 1 1 ポンプコントローラ
- C 1 2 エンジンコントローラ
- C 1 3 低速マッチング制御部
- C 2 ハイブリッドコントローラ
- C 2 1 発電制御部
- C 2 2 アシスト制御部
- D 1, D 2 目標エンジン回転数
- D 3 発電機要求最低エンジン回転数
- D 4 エンジン制御用目標エンジン回転数
- D 5 発電機制御用目標エンジン回転数
- D 1 1 レバー値信号
- D 1 2 スロットル値
- D 1 3 ポンプ圧
- D 1 4 エンジン負荷
- D 1 5 発電機出力
- D 2 1 キャパシタ電圧
- D 2 2 旋回出力
- D 2 3 変圧器温度

D 2 4 キャパシタ温度

D 2 5 発電機モータ回転数

SW 1 スイッチ

請求の範囲

[請求項1]

エンジンと、
前記エンジンの駆動軸に接続された発電機モータと、
前記発電機モータが発電した電力を蓄電し、あるいは前記発電機モータに電力を供給する蓄電器と、
前記発電機モータが発電した電力と前記蓄電器が蓄えている電力とのすくなくとも一方で駆動されるモータと、
前記発電機モータ及び前記モータと前記蓄電器との間に設けられた変圧器と、
少なくともエンジン負荷及び発電機モータ出力の状態をもとに目標エンジン回転数を演算する目標エンジン回転数演算部と、
前記蓄電器の蓄電状態及び発電機モータ回転数に応じて該蓄電器の発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数を出力する発電制御部と、
前記目標エンジン回転数及び前記発電機要求最低エンジン回転数をもとにエンジン制御用目標エンジン回転数を算出して出力するエンジン制御用目標エンジン回転数演算部と、
前記エンジン制御用目標エンジン回転数をもとにエンジン回転数を制御するエンジン制御部と、
前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数とし、該発電機制御用目標エンジン回転数及び発電機モータ回転数をもとにエンジンアシストを制御するアシスト制御部と、
を備えたことを特徴とするハイブリッド作業機械。

[請求項2]

エンジンと、
前記エンジンの駆動軸に接続された発電機モータと、
前記発電機モータが発電した電力を蓄電し、あるいは前記発電機モータに電力を供給する蓄電器と、
前記発電機モータが発電した電力と前記蓄電器が蓄えている電力と

のすくなくとも一方で駆動されるモータと、

前記発電機モータ及び前記モータと前記蓄電器との間に設けられた変圧器と、

少なくともエンジン負荷及び発電機モータ出力の状態をもとに目標エンジン回転数を演算する目標エンジン回転数演算部と、

前記蓄電器の蓄電状態及び発電機モータ回転数に応じて該蓄電器の発電電力を確保するための最低エンジン回転数である発電機要求最低エンジン回転数を出力する発電制御部と、

前記目標エンジン回転数及び前記発電機要求最低エンジン回転数をもとにエンジン制御用目標エンジン回転数を算出して出力するエンジン制御用目標エンジン回転数演算部と、

前記エンジン制御用目標エンジン回転数をもとにエンジン回転数を制御するエンジン制御部と、

前記発電機要求最低エンジン回転数が前記目標エンジン回転数を超えた場合、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数として出力する出力処理部と、

前記出力処理部が出力した発電機制御用目標エンジン回転数及び発電機モータ回転数をもとにエンジンアシストを制御するアシスト制御部と、

を備えたことを特徴とするハイブリッド作業機械。

[請求項3]

前記出力処理部は、前記発電機要求最低エンジン回転数が前記目標エンジン回転数を超えた場合、蓄電器電圧が所定電圧を超えた場合、変圧器温度が所定変圧器温度を超えた場合、蓄電器温度が所定蓄電器温度を超えた場合のいずれかである場合に、前記目標エンジン回転数を発電機制御用目標エンジン回転数として出力することを特徴とする請求項2に記載のハイブリッド作業機械。

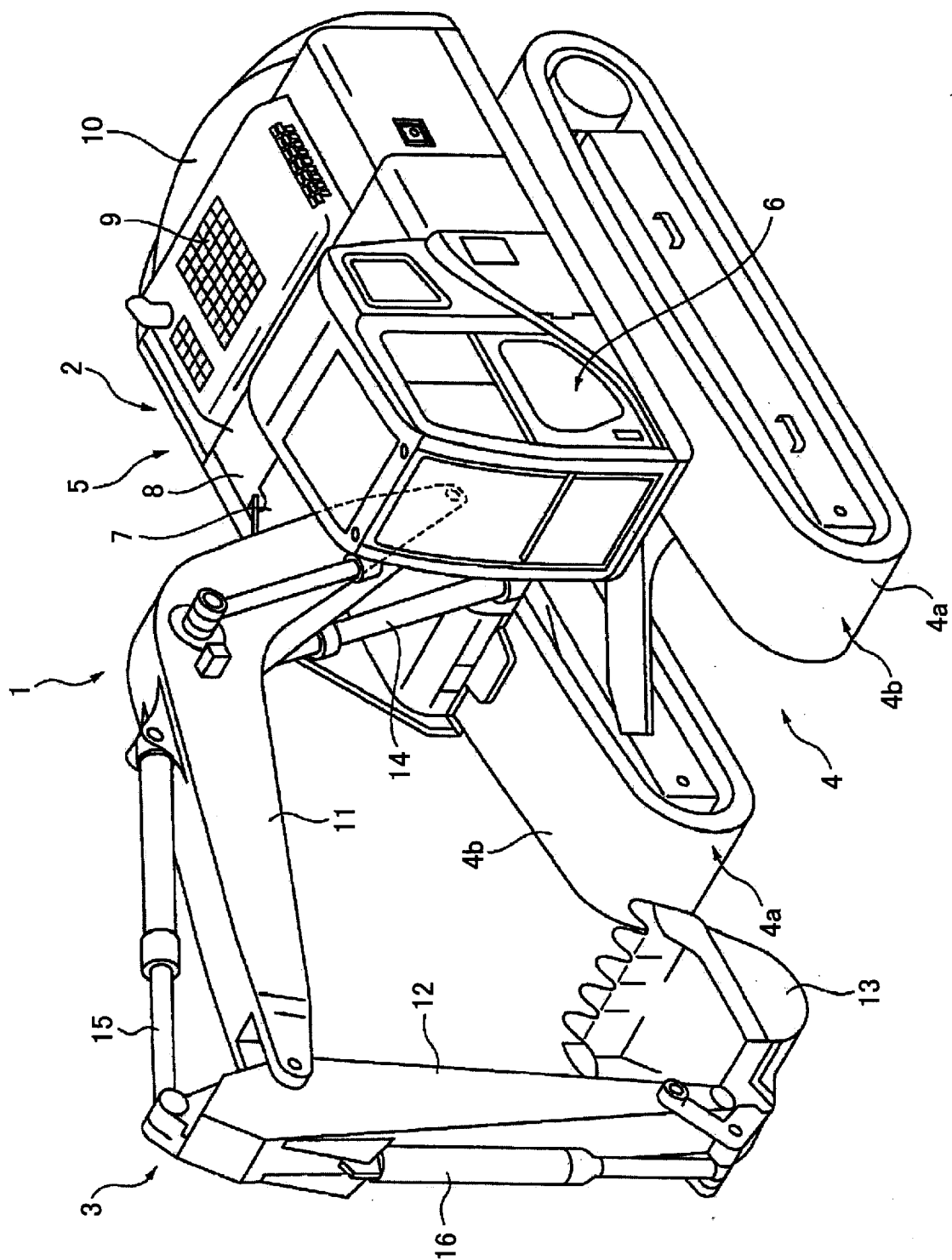
[請求項4]

前記目標エンジン回転数制御部は、エンジン回転数に対するトルク線図上において、目標エンジン出力を規定する目標エンジン出力設定

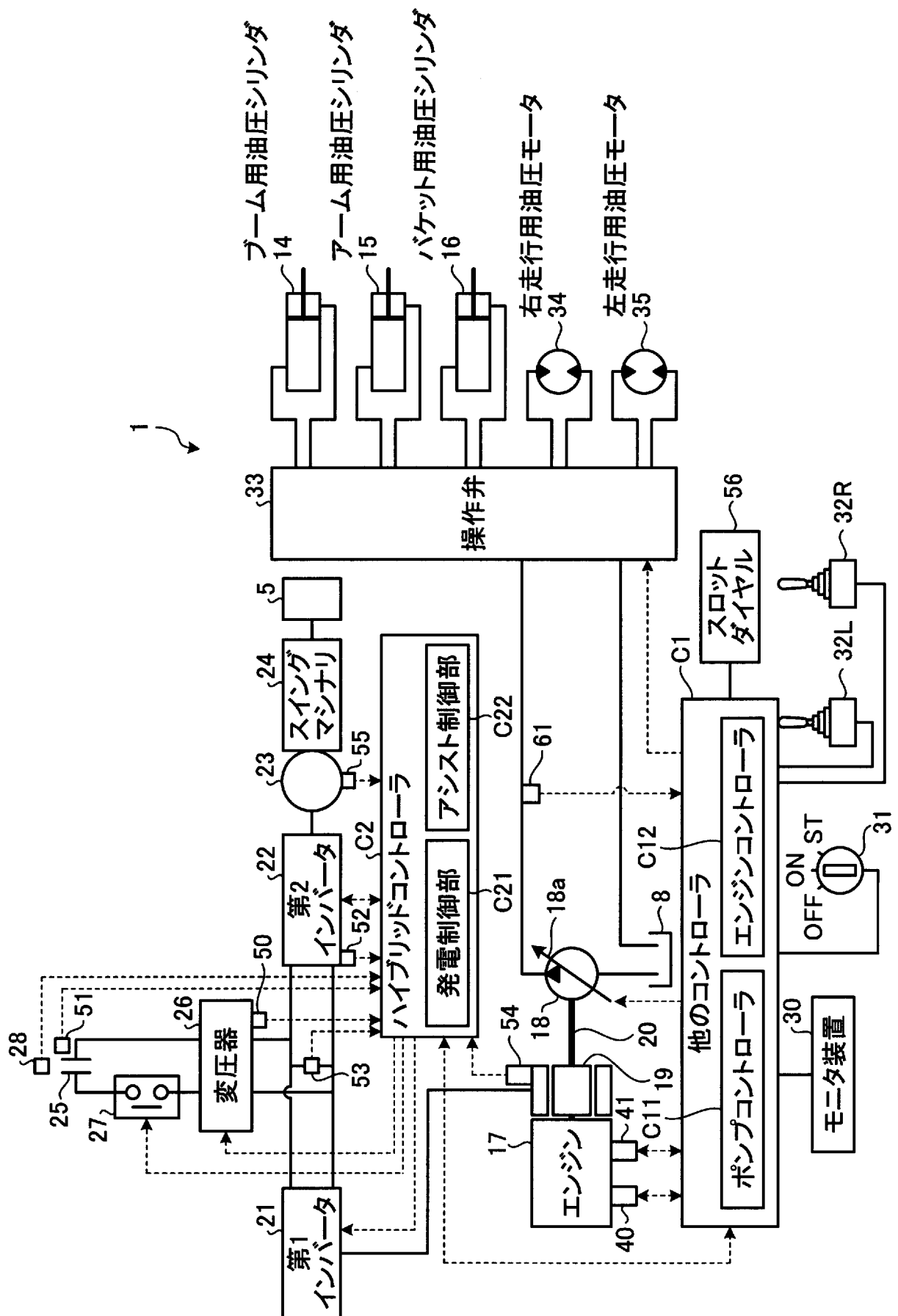
線とマッチングルートとの交点におけるエンジン回転数を目標エンジン回転数として演算することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のハイブリッド作業機械。

[請求項5] 前記変圧器の電圧変換比は、入力側となるコイルの巻き数と出力側となるコイルの巻き数との巻き数比に一致することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載のハイブリッド作業機械。

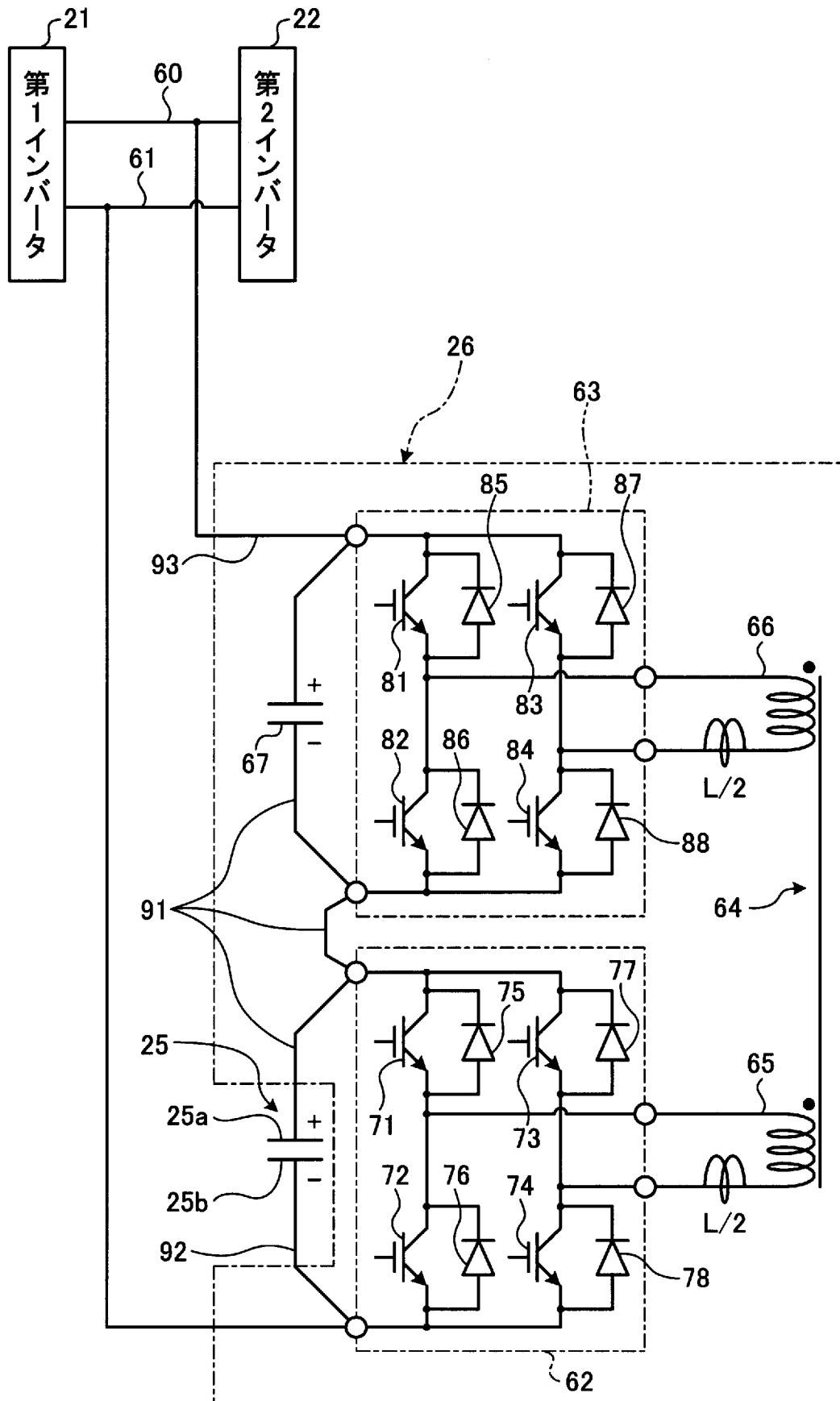
[図1]



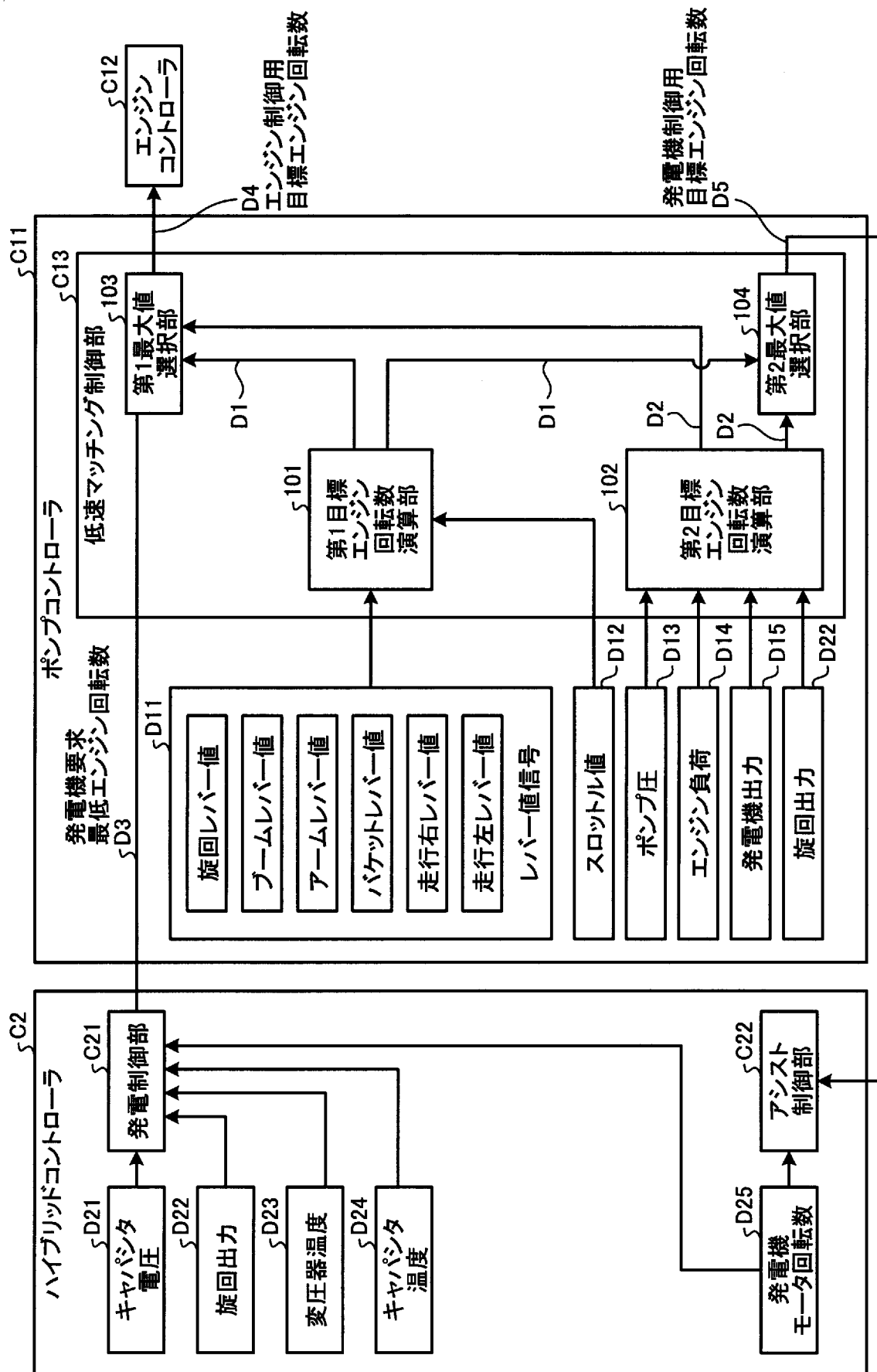
[図2]



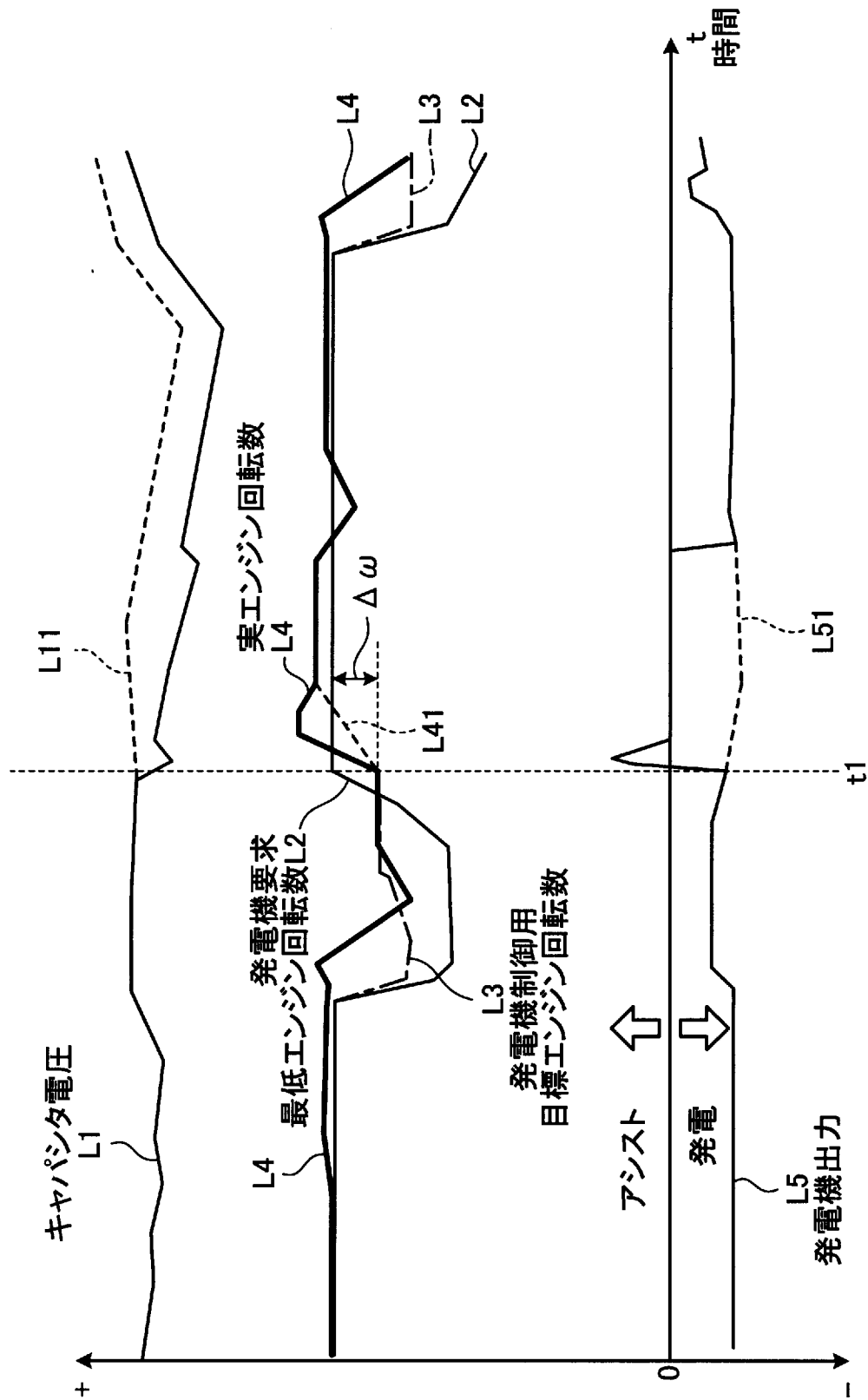
[図3]



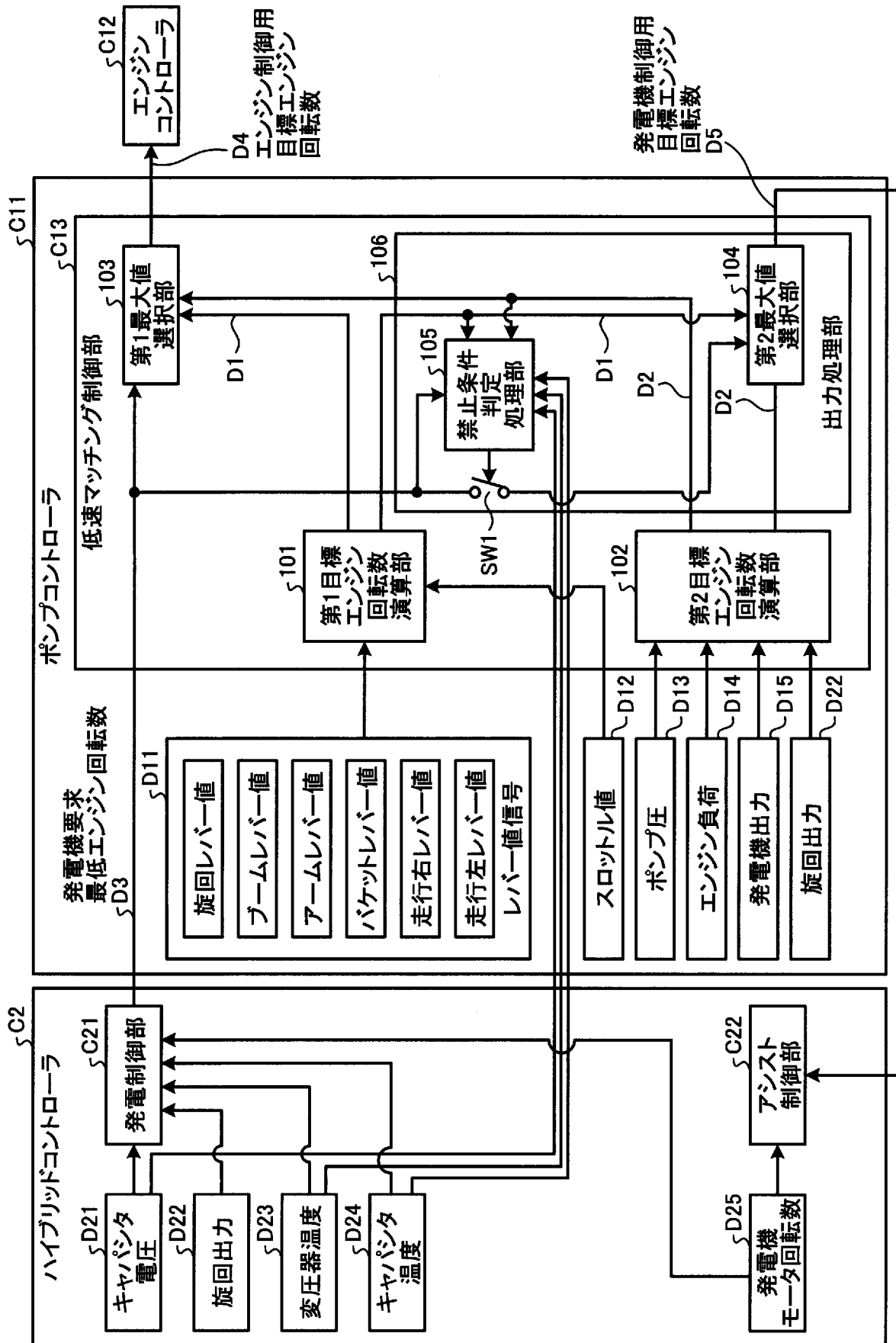
[図4]



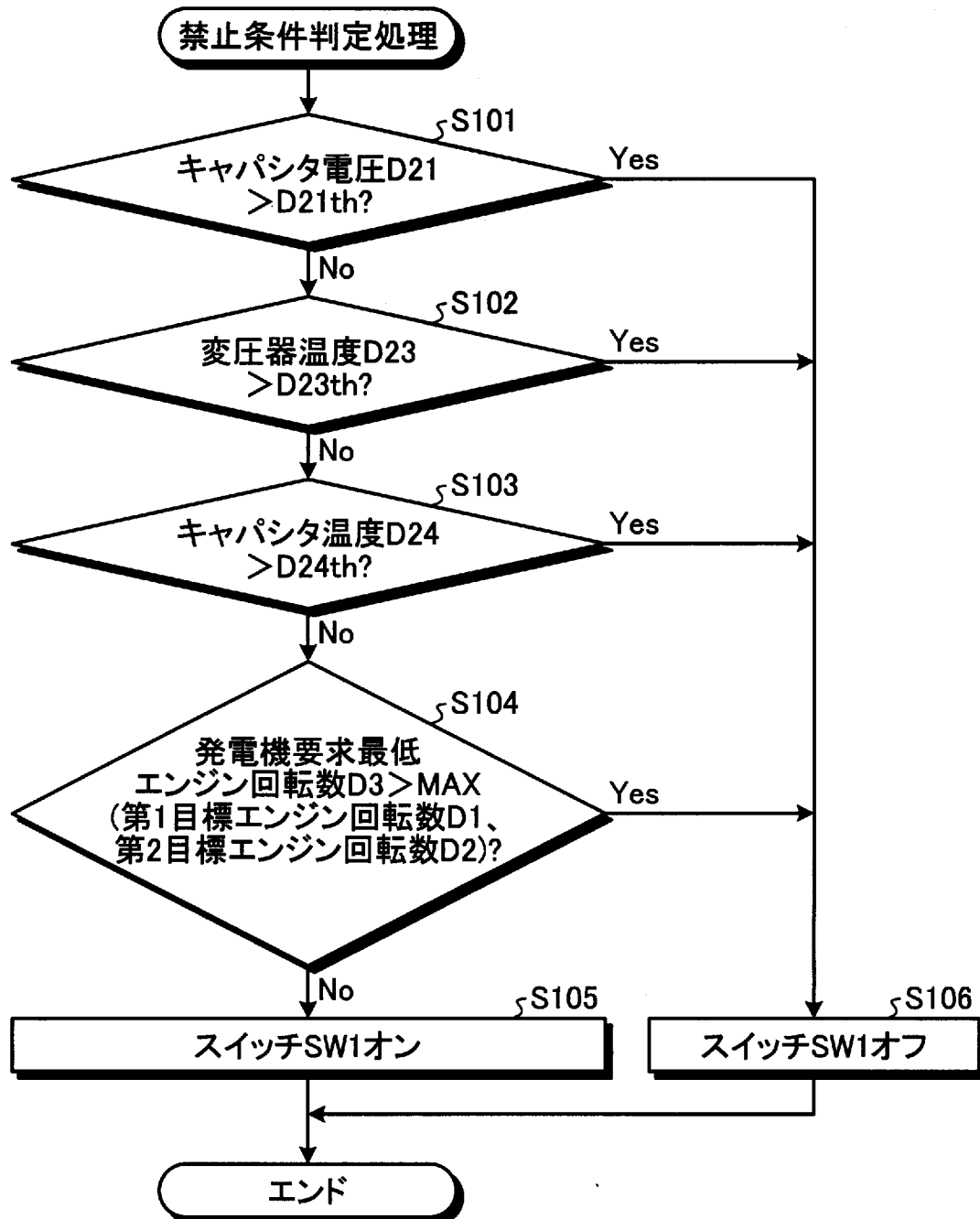
[図5]



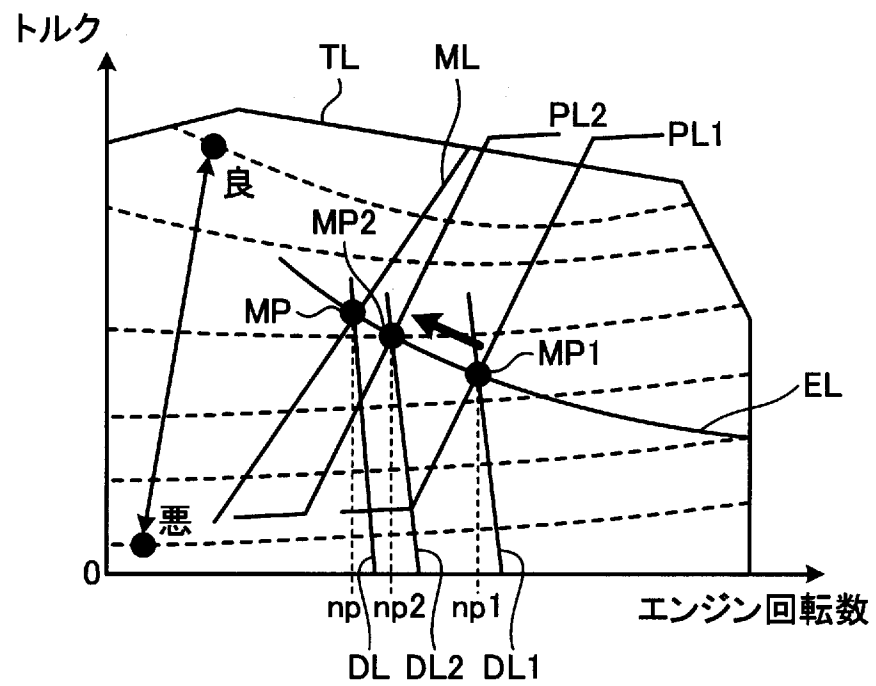
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W10/08(2006.01)i, B60K6/485(2007.10)i, B60W10/06(2006.01)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, B60K6/485, B60W10/06, 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-025249 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 09 February 2012 (09.02.2012), all pages (Family: none)	1-5
A	JP 2012-241587 A (Komatsu Ltd.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraph [0032] & WO 2012/157381 A1 & CN 103080512 A & KR 10-2013-0041237 A	1-5
A	JP 2006-125218 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraph [0008] (Family: none)	1-5

☒ 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
11 September, 2013 (11.09.13)

Date of mailing of the international search report
24 September, 2013 (24.09.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070112

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-080967 A (Honda Motor Co., Ltd.), 11 March 2004 (11.03.2004), paragraph [0017] (Family: none)	1-5

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, B60K6/485 (2007.10) i, B60W10/06 (2006.01) 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, B60K6/485, B60W10/06, 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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-025249 A (住友重機械工業株式会社) 2012.02.09, 全頁 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2012-241587 A (株式会社小松製作所) 2012.12.10, 第 0032 段落 & WO 2012/157381 A1 & CN 103080512 A & KR 10-2013-0041237 A	1-5
A	JP 2006-125218 A (ダイハツ工業株式会社) 2006.05.18, 第 0008 段落 (ファミリーなし)	1-5

☒ 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

1 1 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 9 . 2 0 1 3

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)

▲高▼木 真頭

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

3 Z

9 7 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-080967 A (本田技研工業株式会社) 2004. 03. 11, 第 0017 段落 (ファミリーなし)	1-5