

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4563302号
(P4563302)

(45) 発行日 平成22年10月13日(2010.10.13)

(24) 登録日 平成22年8月6日(2010.8.6)

(51) Int. Cl.	F 1				
HO2J 7/16 (2006.01)	HO2J	7/16	ZHVY		
EO2F 9/20 (2006.01)	EO2F	9/20	Z		
HO2P 27/06 (2006.01)	HO2P	7/63	3O2R		
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J	7/00	P		
HO1M 10/44 (2006.01)	HO2J	7/00	H		

請求項の数 5 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-340378 (P2005-340378)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成17年11月25日(2005.11.25)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-151263 (P2007-151263A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成19年6月14日(2007.6.14)	(74) 代理人	100102864
審査請求日	平成20年11月25日(2008.11.25)		弁理士 工藤 実
前置審査		(72) 発明者	久保田 裕孝
			愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地
			三菱重工業株式会社名古屋研究所内
		(72) 発明者	中村 貢
			愛知県名古屋市中村区岩塚町字高道1番地
			三菱重工業株式会社名古屋研究所内
		(72) 発明者	守屋 直行
			東京都世田谷区用賀四丁目10番1号 新
			キャタピラー三菱株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バッテリーのバッテリー状態をセンサから収集するバッテリー状態収集部と、
油圧ポンプモータにより要求されるポンプ要求動力 P_{p_req} を収集するポンプ要求動力収集部と、

前記バッテリー状態に基づいて充放電要求電力 P_{mg_req} を算出し、前記ポンプ要求動力 P_{p_req} と前記充放電要求電力 P_{mg_req} とエンジン最大出力 P_{e_max} とに基づいて電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* を算出し、電動発電機システムを制御する制御部とを具備し、

前記電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* は、

$$P_{mg_req} < - P_{p_req}$$

が成立するときに、 $- P_{p_req}$ を示し、

$$- P_{p_req} < P_{mg_req} < - P_{p_req} + P_{e_max}$$

が成立するときに、 P_{mg_req} を示し、

$$- P_{p_req} + P_{e_max} < P_{mg_req}$$

が成立するときに、 $- P_{p_req} + P_{e_max}$ を示し、

前記油圧ポンプモータは、アクチュエータを作動させる作動油の油圧をエンジンにより回転されるシャフトから与えられる回転動力により昇降させ、または、前記油圧により前記シャフトを回転させ、

前記ポンプ要求動力は、前記油圧ポンプモータが前記シャフトに与えるトルクを示し、

または、前記シャフトが前記油圧ポンプモータに与えるトルクを示し、

前記電動発電機システムは、前記バッテリーから供給される電力から変換される回転動力を前記シャフトに与え、または、前記シャフトから与えられる回転動力から変換される電力を前記バッテリーに充電し、

前記制御部は、さらに、

前記電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* が負であるときに前記電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* に対応するトルクを前記シャフトに与えるように前記電動発電機システムを制御し、

前記電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* が正であるときに前記電動発電機要求電力指令値 P_{mg}^* に対応するトルクを電力に変換して前記バッテリーを充電するように前記電動発電機システムを制御する

電力配分制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

直流バス電圧収集部と、

バッテリー電流指令部とを更に具備し、

前記電動発電機システムは、

印加される電圧により交流電力を生成するインバータと、

前記交流電力を前記シャフトの回転動力に変換し、前記シャフトの回転動力を電力に変換する電動発電機と、

前記バッテリーから供給される電力を用いて直流バス電圧を前記インバータに印加するコンバータとを備え、

前記直流バス電圧収集部は、前記直流バス電圧を電圧計から収集し、

前記バッテリー電流指令部は、前記力行電動発電機要求電力指令値と前記直流バス電圧とに基づいて目標バス電圧が前記インバータに印加されるように前記コンバータを制御する電力配分制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記力行電動発電機要求電力指令値に基づいて目標バス電圧を算出する目標バス電圧算出部

を更に具備する電力配分制御装置。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 のいずれかにおいて、

前記制御部は、

前記シャフトの単位時間当たりの回転数が所定の回転数より大きいときに、前記回生電動発電機要求電力指令値に対応する交流電力が前記電動発電機により生成されるように、または、前記力行電動発電機要求電力指令値に対応するトルクが前記電動発電機により生成されるように、前記インバータを制御し、

前記回転数が前記所定の回転数以下であるときに、前記電動発電機に過大なトルクがかかることを防止するように、前記インバータを制御する

電力配分制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載される電力配分制御装置と、

前記エンジンと、

前記バッテリーと、

前記電動発電機システムと、

前記アクチュエータ

とを具備するハイブリッド建設機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械に関し、特に、複数の動力源を用いて駆動するときに利用される電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

エンジンとバッテリーで駆動する電動機とから与えられる動力を用いて駆動するハイブリッド建設機械が知られている。そのハイブリッド建設機械としては、油圧により駆動されるブーム、アームに装着されたバケットの作動により土砂などを掘削、放土する油圧ショベルが例示される。このようなハイブリッド建設機械は、効率が高く、環境にやさしいなどの利点を持っている。このような複数の動力源をより効率よく制御することが望まれている。

10

【 0 0 0 3 】

特開 2 0 0 1 - 3 0 4 0 0 1 号公報には、負荷状態に応じた最適な動力を供給できる動力装置が開示されている。その動力装置は、内燃機関と、内燃機関の回転出力を断続するクラッチと、クラッチを介して内燃機関に直列に接続され負荷を駆動する電気モータと、内燃機関に接続され電動機機能および発電機機能を有するモータ・ジェネレータと、発電機機能のモータ・ジェネレータにより充電され電動機機能のモータ・ジェネレータおよび電気モータに駆動エネルギーを供給するバッテリーとを具備したことを特徴としている。

20

【 0 0 0 4 】

特開 2 0 0 2 - 3 2 2 6 8 2 号公報には、ハイブリッド方式において省エネルギーを実現することができるショベルが開示されている。そのショベルは、下部走行体上に上部旋回体が搭載され、この上部旋回体に、ブームとアームとバケットを備えた掘削アタッチメントが設けられて構成されるショベルにおいて、原動機と、この原動機により駆動されて発電動作を行う一方で外部から電力を供給されて電動機動作を行う電動機兼用の発電機と、この発電機からの余剰電力を蓄えるバッテリーと、上記発電機の動作を上記発電動作を行う発電機モードと上記バッテリーを電源として電動機動作を行う電動機モードの間で切換えるとともに電動機モードで上記バッテリーの電力を発電機に供給する切換制御手段とを具備し、かつ、(i) 上記ブームを駆動するブームシリンダ、上記アームを駆動するアームシリンダ、上記バケットを駆動するバケットシリンダがそれぞれブーム用、アーム用、バケット用の別々の油圧ポンプによって駆動され、(i i) 上記ブーム用油圧ポンプは、上記発電機またはバッテリーからの電力によって回転するブーム用電動機によって駆動され、(i i i) このブーム用電動機の回転方向によりブームシリンダの作動方向が制御され、ブーム用電動機の回転数によりブームシリンダの作動速度が制御され、(i v) ブーム用電動機の回生電力が上記バッテリーに回収されるように構成されたことを特徴としている。

30

【 0 0 0 5 】

特開 2 0 0 2 - 3 2 5 3 7 9 号公報には、バッテリー能力を超える充放電が行われることによるバッテリーの劣化を防止することができるとともにエンジンの燃費の向上を図ることができるハイブリッド建設機械の電力制御装置が開示されている。そのハイブリッド建設機械の電力制御装置は、エンジンと、該エンジンに駆動される発電機と、該発電機により発電される電力を蓄積する蓄電装置と、前記発電機および前記蓄電装置により駆動される 1 又は複数の電動アクチュエータとを備えたハイブリッド建設機械の電力制御装置において、電動アクチュエータの要求電力を検出する負荷検出手段と、前記蓄電装置の充電電力の最大値を設定する充電電力設定手段と、前記蓄電装置の放電電力の最大値を設定する放電電力設定手段と、前記発電機の出力電力の上限値および下限値を設定する発電機出力電力設定手段と、前記充電電力設定手段による設定値、前記放電電力設定手段により設定値、前記発電機出力電力設定手段による設定値、および前記負荷検出手段による検出結果を基に前記発電機と前記蓄電装置との電力配分を決定する電力配分決定手段と、前記電力配分決定手段による決定結果を基に前記発電機の出力電力を制御する発電機電力制御手段と、前記電力配分決定手段による決定結果を基に前記蓄電装置の充放電電力を制御する蓄電

40

50

装置電力制御手段とを備えたことを特徴としている。

【 0 0 0 6 】

特開 2 0 0 2 - 3 3 0 5 5 4 号公報には、電動機を介して負荷から要求される電力が急変する場合でも、発電機および蓄電手段から過不足なく好適に電力を供給することが可能なハイブリッド車両の電力制御装置および当該電力制御装置を備えたハイブリッド建設機械が開示されている。そのハイブリッド車両の電力制御装置は、エンジンと、このエンジンによって駆動される発電機と、少なくとも1つの蓄電手段と、上記発電機および上記蓄電手段の少なくとも一方から供給される電力によって駆動される電動機と、この電動機を駆動源として動作する負荷とを備えたハイブリッド車両の電力制御装置であって、上記発電機と直流ラインとの間に介設され、上記発電機から出力される電力を直流電力に変換して上記直流ラインに出力する第1電力変換手段と、上記蓄電手段と上記直流ラインとの間に介設され、上記蓄電手段から出力される電力を直流電力に変換して上記直流ラインに出力する少なくとも1つの第2電力変換手段と、上記直流ラインに電氣的に接続され、当該直流ラインを介して供給される電力に基づき上記電動機を駆動する電動機駆動手段と、上記電動機を介して上記負荷から要求される電力に応じた直流電力を上記直流ラインに出力すべく上記第1電力変換手段および上記第2電力変換手段を制御する電力制御手段とを備え、この電力制御手段は、上記負荷からの要求電力の変動に関わりなく上記直流ラインの電圧がほぼ一定に保持されるように、上記第1電力変換手段および上記第2電力変換手段を制御するものであることを特徴としている。

10

【 0 0 0 7 】

特開 2 0 0 3 - 2 7 9 8 5 号公報には、できるだけ簡単な構成で、電動・発電機によりエンジンのアシスト作動や発電作動を行わせ、エンジンを目標とする運転状態に正確に制御することのできるハイブリッド建設機械の駆動制御装置が開示されている。そのハイブリッド建設機械の駆動制御装置は、エンジンと、このエンジンの回転数を設定する回転数設定手段と、エンジンの燃料噴射量を調整するガバナと、前記設定回転数となるよう前記ガバナを制御し前記エンジンを制御するエンジン制御手段と、エンジンにより駆動される油圧ポンプとを備え、この油圧ポンプから吐出される圧油により油圧作業部の駆動を行う建設機械の駆動制御装置において、前記エンジンから前記油圧ポンプへトルクを伝達する伝達軸に設けられた電動・発電機と、この電動・発電機に対する電気エネルギーの授受を行う蓄電手段と、前記電動・発電機の動作を制御する電動発電制御手段とを備え、前記電動発電制御手段は、目標トルクに対応する燃料噴射量を予め設定しておき、この目標トルクに対応する燃料噴射量を燃料噴射量の目標値として用い、この目標値と燃料噴射量の実測値とを比較して、実測値が目標値より大きくなると前記電動・発電機を電動機として機能させ、実測値が目標値より小さくなると前記電動・発電機を発電機として機能させるよう制御することを特徴としている。

20

30

【 0 0 0 8 】

特開 2 0 0 3 - 2 8 0 7 1 号公報には、できるだけ簡単な構成で、電動・発電機によりエンジンのアシスト作動や発電作動を行わせ、エンジンを目標とする運転状態に正確に制御することのできるハイブリッド建設機械の駆動制御装置が開示されている。そのハイブリッド建設機械の駆動制御装置は、エンジンと、このエンジンの回転数を設定する回転数設定手段と、この設定回転数となるよう前記エンジンを制御するエンジン制御手段と、エンジンにより駆動される油圧ポンプとを備え、この油圧ポンプから吐出される圧油により油圧作業部の駆動を行う建設機械の駆動制御装置において、前記エンジンから前記油圧ポンプへトルクを伝達する伝達軸に設けられた電動・発電機と、この電動・発電機に対する電気エネルギーの授受を行う蓄電手段と、前記電動・発電機の動作を制御する電動発電制御手段とを備え、前記電動発電制御手段は、目標トルクに対応するエンジン回転数を予め設定しておき、この目標トルクに対応するエンジン回転数をエンジン回転数の目標値として用い、この目標値とエンジン回転数の実測値とを比較して、実測値が目標値より小さくなると前記電動・発電機を電動機として機能させ、実測値が目標値より大きくなると前記電動・発電機を発電機として機能させるよう制御することを特徴としている。

40

50

【 0 0 0 9 】

特開 2 0 0 5 - 1 5 5 2 5 1 号公報には、装置の小型・軽量化、及びコストの低減、並びに、常に此種の建設機械で要求されている高出力化を図る建設機械用動力系制御装置が開示されている。その建設機械用動力系制御装置は、エンジンと、該エンジンにより駆動される油圧ポンプと、電気エネルギーを蓄えるためのバッテリーとを備える建設機械用動力系制御装置に於いて、前記エンジンにより回転され、該回転された機械エネルギーを電気エネルギーに変換して前記バッテリーに供給して蓄える発電機としての動作と、前記バッテリーから受け取った電気エネルギーを機械エネルギーに変換して前記油圧ポンプに供給するトルクアシスト用電動機としての動作とを選択的に行うことが可能である電動/発電機と、前記エンジンの負荷変動を検出し、前記エンジンの高負荷運転時に、前記電動/発電機を前記トルクアシスト用電動機として動作させ、前記エンジンの軽負荷運転時に、前記エンジンの余剰トルクにより前記電動/発電機を前記発電機として動作させるように前記電動/発電機の切り換えを制御する制御手段とを備え、前記油圧ポンプのトルク設定値を上記エンジンの出力トルク以上としたことを特徴としている。

10

【 0 0 1 0 】

特開 2 0 0 5 - 1 5 5 2 5 2 号公報には、バッテリーの電圧変動を抑制すると共に、装置の小型・軽量化、及びコストの低減、並びに、常に此種の建設機械で要求されている高出力化を図る建設機械用動力系制御装置が開示されている。その建設機械用動力系制御装置は、エンジンと、該エンジンのパワーラインに接続された油圧ポンプと、該エンジンの余剰トルクで駆動される発電機と、該発電機で生成された電気エネルギーを蓄えるためのバッテリーと、該バッテリーから受け取った電気エネルギーを機械エネルギーに変換して前記油圧ポンプに供給するトルクアシスト用電動機とを備える建設機械用動力系制御装置に於いて、前記バッテリーの電圧変動を検出し、該バッテリー電圧が上昇した時、前記トルクアシスト用電動機を動作させて前記油圧ポンプの設定トルクを増加し、該バッテリー電圧が下降した時、前記発電機を動作させて生成される電気エネルギーを前記バッテリーに蓄えるように制御する制御手段を備え、前記バッテリー電圧の変動を抑えるようにしたことを特徴としている。

20

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 3 0 4 0 0 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 3 2 2 6 8 2 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 3 2 5 3 7 9 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 2 - 3 3 0 5 5 4 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 3 - 2 7 9 8 5 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 3 - 2 8 0 7 1 号公報

【特許文献 7】特開 2 0 0 5 - 1 5 5 2 5 1 号公報

【特許文献 8】特開 2 0 0 5 - 1 5 5 2 5 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

本発明の課題は、複数の動力源をより効率よく制御する電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械を提供することにある。

40

本発明の他の課題は、エンジンとバッテリーで駆動する電動発電機とから与えられる動力を用いるときにそのバッテリーをより効率よく充電する電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

以下に、発明を実施するための最良の形態・実施例で使用される符号を括弧付きで用いて、課題を解決するための手段を記載する。この符号は、特許請求の範囲の記載と発明を実施するための最良の形態・実施例の記載との対応を明らかにするために付加されたものであり、特許請求の範囲に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

50

【0014】

本発明による電力配分制御装置(1)は、電動発電機システム(7、12、14)に電力を供給し、または、電動発電機システム(7、12、14)により充電されるバッテリー(11)のバッテリー状態をセンサから収集するバッテリー状態収集部(36)と、アクチュエータ(6)を作動させる作動油の油圧をエンジン(3)により回転されるシャフト(8)から与えられる回転動力により昇降させ、油圧によりシャフト(8)を回転させる油圧ポンプモータ(5)により要求されるポンプ要求動力を収集するポンプ要求動力収集部(35)と、バッテリー状態とポンプ要求動力とに基づいて力行または回生の一方を選択する制御部(44、47)とを備えていることが好ましい。

【0015】

そのポンプ要求動力は、油圧ポンプモータがシャフト(8)に与えるトルクを示し、または、シャフト(8)が油圧ポンプモータ(5)に与えるトルクを示している。電動発電機システム(7、12、14)は、力行が選択されるときにバッテリー(11)から供給される電力から変換される回転動力をシャフト(8)に与え、回生が選択されるときにシャフト(8)から与えられる回転動力から変換される電力をバッテリー(11)に充電する。このとき、電力配分制御装置(1)は、バッテリー(11)の充放電状態が小さいときに優先的にバッテリー(11)を充電し、バッテリー(11)の充放電状態が大きいときに優先的にバッテリー(11)を放電することができる。

【0016】

制御部(44、47)は、さらに、バッテリー状態とポンプ要求動力とに基づいて、力行が選択されるときに力行電動発電機要求電力指令値を算出し、回生が選択されるときに回生電動発電機要求電力指令値を算出する。電動発電機システム(7、12、14)は、力行が選択されるときに電動発電機要求電力指令値に対応するトルクをシャフト(8)に与え、回生が選択されるときに電動発電機要求電力指令値に対応するトルクを電力に変換してバッテリー(11)を充電することが好ましい。

【0017】

本発明による電力配分制御装置(1)は、直流バス電圧収集部(37)と、バッテリー電流指令部(46)とをさらに備えている。このとき、電動発電機システム(7、12、14)は、印加される電圧により交流電力を生成するインバータ(14)と、交流電力をシャフト(8)の回転動力に変換し、シャフト(8)の回転動力を電力に変換する電動発電機(7)と、バッテリー(11)から供給される電力を用いて直流バス電圧をインバータ(14)に印加するコンバータ(12)とを備えている。直流バス電圧収集部(37)は、その直流バス電圧を電圧計(23)から収集する。バッテリー電流指令部(46)は、力行電動発電機要求電力指令値と直流バス電圧とに基づいて目標バス電圧がインバータ(14)に印加されるようにコンバータ(12)を制御することが好ましい。

【0018】

本発明による電力配分制御装置(1)は、その力行電動発電機要求電力指令値に基づいて目標バス電圧を算出する目標バス電圧算出部(45)をさらに備えていることが好ましい。

【0019】

本発明によるハイブリッド建設機械は、本発明による電力配分制御装置(1)と、エンジンと、バッテリー(11)と、電動発電機システム(7、12、14)と、アクチュエータとを備えていることが好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明による電力配分制御装置およびハイブリッド建設機械は、エンジンとバッテリーで駆動する電動発電機とから与えられる動力を用いるときにそのバッテリーをより効率よく充電することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図面を参照して、本発明による電力配分制御装置の実施の形態を記載する。その電力配分制御装置 1 は、図 1 に示されているように、ハイブリッド建設機械 2 に適用されている。ハイブリッド建設機械 2 としては、ブーム、アームに装着されたバケットの作動により土砂などを掘削、放土する油圧シヨベルが例示される。ハイブリッド建設機械 2 は、エンジン 3 と油圧ポンプモータ 5 とアクチュエータ 6 と電動発電機 7 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

エンジン 3 は、シャフト 8 と図示されていない制御装置とを備えている。エンジン 3 は、供給される燃料を燃焼させてシャフト 8 を回転させる。その制御装置は、シャフト 8 の単位時間当たりの回転数が一定になるようにエンジン 3 を制御する。油圧ポンプモータ 5 は、電力配分制御装置 1 により制御されて、シャフト 8 の回転動力を用いて管路 1 0 に流れる作動油の油圧を昇降させる。すなわち、油圧ポンプモータ 5 は、電力配分制御装置 1 から上昇を示す電気信号を受信したときにその油圧を上昇させ、電力配分制御装置 1 から下降を示す電気信号を受信したときにその油圧を下降させる。油圧ポンプモータ 5 は、さらに、管路 1 0 に流れる作動油の油圧を用いてシャフト 8 を回転させる。

10

【 0 0 2 3 】

アクチュエータ 6 は、図示されていない可動部分を備え、管路 1 0 に流れる作動油の油圧によりその可動部分が運動する。アクチュエータ 6 は、ハイブリッド建設機械 2 のブーム、アーム、バケットを運動させることに利用される。このとき、管路 1 0 に流れる作動油の油圧は、アクチュエータ 6 にかかる負荷により昇降する。

【 0 0 2 4 】

電動発電機 7 は、バッテリー 1 1 と DC / DC コンバータ 1 2 とインバータ 1 4 とシャフト 1 5 と動力伝達機構 1 6 とを備えている。バッテリー 1 1 は、充電によって繰り返し使用できる二次電池であり、DC / DC コンバータ 1 2 に電圧を印加して直流電力を供給し、または、DC / DC コンバータ 1 2 により電圧が印加されることにより充電する。バッテリー 1 1 としては、リチウムイオン電池、鉛蓄電池が例示される。DC / DC コンバータ 1 2 は、バッテリー 1 1 により印加される電圧を電力配分制御装置 1 により算出される電圧に変換してインバータ 1 4 に直流電力を供給する。DC / DC コンバータ 1 2 は、さらに、インバータ 1 4 により印加される電圧を所定の電圧に変換して、バッテリー 1 1 を充電する。インバータ 1 4 は、電力配分制御装置 1 により算出されるトルクが電動発電機 7 により生成されるように、電動発電機 7 に交流電力を供給する。インバータ 1 4 は、電力配分制御装置 1 により算出されるトルクに対応する交流電力が電動発電機 7 により生成されるように、その交流電力を直流電力に変換して DC / DC コンバータ 1 2 に供給する。

20

30

【 0 0 2 5 】

電動発電機 7 は、インバータ 1 4 から供給される交流電力を用いてシャフト 1 5 を回転させる。電動発電機 7 は、さらに、シャフト 1 5 の回転動力を用いて発電される交流電力をインバータ 1 4 に供給する。動力伝達機構 1 6 は、ベルトを介して、シャフト 1 5 の回転動力をシャフト 8 に伝達し、シャフト 8 の回転動力をシャフト 1 5 に伝達する。なお、動力伝達機構 1 6 は、ベルトと異なる媒体を用いて回転動力を伝達することもできる。その媒体としては、ギヤが例示される。

【 0 0 2 6 】

電力配分制御装置 1 は、ポンプ流量センサ 1 7 とポンプ油圧センサ 1 8 とバッテリー電圧センサ 2 1 とバッテリー電流センサ 2 2 と電圧計 2 3 と回転数センサ 2 4 とを備えている。ポンプ流量センサ 1 7 は、管路 1 0 を流れる作動油の流量を測定し、その流量を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。ポンプ油圧センサ 1 8 は、管路 1 0 を流れる作動油の油圧を測定し、その油圧を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。バッテリー電圧センサ 2 1 は、バッテリー 1 1 の起電力を測定し、その起電力を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。バッテリー電流センサ 2 2 は、バッテリー 1 1 から DC / DC コンバータ 1 2 に流れる電流を測定し、その電流を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。電圧計 2 3 は、DC / DC コンバータ 1 2 からインバータ 1 4 に供給される直流電力またはインバータ 1 4 から DC / DC コンバータ 1 2 に供給される直流電力の電圧を測

40

50

定し、その電圧を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。回転数センサ 2 4 は、シャフト 1 5 の単位時間当たりの回転数を測定し、その回転数を示す電気信号を電力配分制御装置 1 に出力する。

【 0 0 2 7 】

電力配分制御装置 1 は、上位コントローラ 2 5 と下位コントローラ 2 6 とから形成されている。上位コントローラ 2 5 は、コンピュータであり、図示されていない CPU と記憶装置とレバーとを備えている。その CPU は、上位コントローラ 2 5 にインストールされるコンピュータプログラムを実行して、その記憶装置と油圧ポンプモータ 5 とポンプ流量センサ 1 7 とポンプ油圧センサ 1 8 と下位コントローラ 2 6 とを制御する。その記憶装置は、そのコンピュータプログラムを記録し、その CPU により生成される情報を一時的に記録する。そのレバーは、ユーザの操作により生成される操作内容をその CPU に出力する。その操作内容は、アクチュエータ 6 の動きを示している。

10

【 0 0 2 8 】

下位コントローラ 2 6 は、コンピュータであり、図示されていない CPU と記憶装置とを備えている。その CPU は、下位コントローラ 2 6 にインストールされるコンピュータプログラムを実行して、その記憶装置と DC / DC コンバータ 1 2 とインバータ 1 4 とバッテリー電圧センサ 2 1 とバッテリー電流センサ 2 2 と電圧計 2 3 と回転数センサ 2 4 とを制御する。その記憶装置は、そのコンピュータプログラムを記録し、その CPU により生成される情報を一時的に記録する。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、上位コントローラ 2 5 を示している。上位コントローラ 2 5 は、コンピュータプログラムである操作内容収集部 3 1 と油圧ポンプモータ制御部 3 2 とポンプ状態収集部 3 3 とポンプ要求動力演算部 3 4 とがインストールされている。操作内容収集部 3 1 は、レバーの操作内容を収集する。油圧ポンプモータ制御部 3 2 は、操作内容収集部 3 1 により収集された操作内容に基づいて油圧ポンプモータ 5 を制御する。すなわち、油圧ポンプモータ制御部 3 2 は、その操作内容が示す動きをアクチュエータ 6 に実行させることに管路 1 0 の油圧を上昇させる必要があるときに上昇を示す電気信号を油圧ポンプモータ 5 に出力し、油圧ポンプモータ制御部 3 2 は、その操作内容が示す動きをアクチュエータ 6 に実行させることに管路 1 0 の油圧を下降させる必要があるときに、下降を示す電気信号を油圧ポンプモータ 5 に出力する。

20

30

【 0 0 3 0 】

なお、上位コントローラ 2 5 は、ユーザの操作によらないで、プログラムされた内容が示すようにアクチュエータ 6 を運動させることもできる。このとき、操作内容収集部 3 1 は、図示されていない外部装置からそのプログラムされた内容を収集する。油圧ポンプモータ制御部 3 2 は、その内容に基づいて油圧ポンプモータ 5 を制御して、その内容が示すようにアクチュエータ 6 を運動させる。

【 0 0 3 1 】

ポンプ状態収集部 3 3 は、管路 1 0 を流れる作動油の流量をポンプ流量センサ 1 7 から収集し、その作動油の油圧をポンプ油圧センサ 1 8 から収集する。ポンプ要求動力演算部 3 4 は、操作内容収集部 3 1 により収集された操作内容とポンプ状態収集部 3 3 により収集される流量と油圧とに基づいてポンプ要求動力を算出する。そのポンプ要求動力は、油圧ポンプモータ 5 がシャフト 8 に与えるトルクを示し、または、シャフト 8 が油圧ポンプモータ 5 に与えるトルクを示す。

40

【 0 0 3 2 】

図 3 は、下位コントローラ 2 6 を示している。下位コントローラ 2 6 は、コンピュータプログラムであるポンプ要求動力収集部 3 5 とバッテリー状態収集部 3 6 と直流バス電圧収集部 3 7 と電動発電機回転数収集部 3 8 とバッテリー充放電状態演算部 3 9 とコンバータ効率算出部 4 0 とインバータ効率算出部 4 1 と電動発電機効率算出部 4 2 とバッテリー要求電力算出部 4 3 と電動発電機電力指令部 4 4 と目標バス電圧算出部 4 5 とバッテリー電流指令部 4 6 と電動発電機トルク指令部 4 7 とがインストールされている。

50

【 0 0 3 3 】

ポンプ要求動力収集部 3 5 は、上位コントローラ 2 5 により算出されるポンプ要求動力を上位コントローラ 2 5 から収集する。バッテリー状態収集部 3 6 は、バッテリー 1 1 の状態をバッテリー電圧センサ 2 1 とバッテリー電流センサ 2 2 とから収集する。すなわち、バッテリー状態収集部 3 6 は、バッテリー 1 1 の起電力をバッテリー電圧センサ 2 1 から収集し、バッテリー 1 1 から DC / DC コンバータ 1 2 に流れる電流をバッテリー電流センサ 2 2 から収集する。直流バス電圧収集部 3 7 は、DC / DC コンバータ 1 2 からインバータ 1 4 に供給される直流電力またはインバータ 1 4 から DC / DC コンバータ 1 2 に供給される直流電力の直流バス電圧を電圧計 2 3 から収集する。電動発電機回転数収集部 3 8 は、シャフト 1 5 の単位時間当たりの回転数を回転数センサ 2 4 から収集する。

10

【 0 0 3 4 】

バッテリー充放電状態演算部 3 9 は、バッテリー状態収集部 3 6 により収集されるバッテリー 1 1 の起電力とバッテリー 1 1 から DC / DC コンバータ 1 2 に流れる電流とに基づいてバッテリー 1 1 の充放電状態 (SOC) を算出する。

【 0 0 3 5 】

コンバータ効率算出部 4 0 は、直流バス電圧収集部 3 7 により収集される直流バス電圧とバッテリー状態収集部 3 6 により収集されるバッテリー電流とに基づいてコンバータ効率を算出する。そのコンバータ効率は、DC / DC コンバータ 1 2 に入力される電力と DC / DC コンバータ 1 2 から出力される電力との比を示している。インバータ効率算出部 4 1 は、電動発電機回転数収集部 3 8 により収集される回転数と電動発電機トルク指令部 4 7 により算出される電動発電機トルク指令値に基づいてインバータ効率を算出する。そのインバータ効率は、インバータ 1 4 に入力される電力とインバータ 1 4 から出力される電力との比を示している。電動発電機効率算出部 4 2 は、電動発電機回転数収集部 3 8 により収集される回転数と電動発電機トルク指令部 4 7 により算出される電動発電機トルク指令値に基づいて電動発電機効率を算出する。その電動発電機効率は、電動発電機 7 に入力される電力と電動発電機 7 から出力されるトルクとの比を示し、または、電動発電機 7 に入力されるトルクと電動発電機 7 から出力される電力との比を示している。

20

【 0 0 3 6 】

バッテリー要求電力算出部 4 3 は、バッテリー充放電状態演算部 3 9 により算出される充放電状態 (SOC) とインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率と電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率とに基づいてバッテリー要求電力を算出する。そのバッテリー要求電力は、バッテリー 1 1 が充電を要求する電力、または放電を許容する電力を示し、その値はバッテリー 1 1 の出力端における値ではなく、DC / DC コンバータ 1 2 の出力端での電力として算出される。電動発電機電力指令部 4 4 は、ポンプ要求動力収集部 3 5 により収集されるポンプ要求動力とバッテリー要求電力算出部 4 3 により算出されるバッテリー要求電力とに基づいて電動発電機電力指令値を算出する。その電動発電機電力指令値は、インバータ 1 4 から電動発電機 7 に供給される電力を示し、電動発電機 7 からインバータ 1 4 に供給される電力を示している。目標バス電圧算出部 4 5 は、目標バス電圧テーブルをコンピュータプログラムにより検索可能に記憶装置に記録し、その目標バス電圧テーブルを参照して、電動発電機電力指令部 4 4 により算出される電動発電機電力指令値に基づいて目標バス電圧を算出する。

30

40

【 0 0 3 7 】

バッテリー電流指令部 4 6 は、バッテリー状態収集部 3 6 により収集されるバッテリー 1 1 の起電力と直流バス電圧収集部 3 7 により収集される直流バス電圧とコンバータ効率算出部 4 0 により算出されるコンバータ効率とインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率と電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率と電動発電機電力指令部 4 4 により算出される電動発電機電力指令値と目標バス電圧算出部 4 5 により算出される目標バス電圧とに基づいてバッテリー電流指令値を算出して、目標バス電圧算出部 4 5 により算出される目標バス電圧がインバータ 1 4 に印加されるように DC / DC コンバータ 1 2 を制御する。

50

【 0 0 3 8 】

電動発電機トルク指令部 4 7 は、電動発電機回転数収集部 3 8 により収集される回転数と電動発電機電力指令部 4 4 により算出される電動発電機電力指令値とに基づいて電動発電機トルク指令値を算出し、電動発電機 7 がその電動発電機トルク指令値をシャフト 1 5 に与えるようにインバータ 1 4 を制御し、または、電動発電機 7 がその電動発電機トルク指令値に対応する電力を発電するようにインバータ 1 4 を制御する。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、バッテリー要求電力算出部 4 3 を示している。バッテリー要求電力算出部 4 3 は、充放電要求電力テーブルをコンピュータプログラムにより検索可能に記憶装置に記録し、テーブル部 5 1 と乗算部 5 2 と乗算部 5 3 とを備えている。テーブル部 5 1 は、その充放電要求電力テーブルを参照して、バッテリー充放電状態演算部 3 9 により算出される充放電状態 (SOC) に対応するバッテリー要求電力を算出する。

10

【 0 0 4 0 】

乗算部 5 2 は、電動発電機回転数収集部 3 8 により収集される回転数に電動発電機トルク指令部 4 7 により算出される電動発電機トルク指令値を乗算して電動発電機電力を算出する。乗算部 5 2 は、その電動発電機電力が負であるときに、すなわち、力行時に、その算出される値にインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率を乗算する。乗算部 5 2 は、その電動発電機電力が正であるときに、すなわち、回生時に、テーブル部 5 1 により算出される値をインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率で除算する。乗算部 5 3 は、その電動発電機電力が負であるときに、すなわち、力行時に、テーブル部 5 1 により算出される値に電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率を乗算して充放電要求電力を算出する。乗算部 5 3 は、その電動発電機電力が正であるときに、すなわち、回生時に、その算出される値を電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率で除算して充放電要求電力を算出する。

20

【 0 0 4 1 】

図 5 は、テーブル部 5 1 により参照される充放電要求電力テーブルを示している。その充放電要求電力テーブルは、バッテリー充放電状態演算部 3 9 により算出される充放電状態をバッテリー要求電力に対応付けるグラフ 5 4 により表現することができる。すなわち、グラフ 5 4 は、バッテリー充放電状態演算部 3 9 により算出される充放電状態の任意の要素にバッテリー要求電力の一つの要素を対応付けている。このとき、テーブル部 5 1 は、グラフ 5 4 を参照して、バッテリー充放電状態演算部 3 9 により算出される充放電状態に対応するバッテリー要求電力を算出する。

30

【 0 0 4 2 】

図 6 は、電動発電機電力指令部 4 4 を示している。電動発電機電力指令部 4 4 は、エンジン最大出力とベルト効率と力行側最大値と回生側最大値とを記憶装置に予め記録している。そのエンジン最大出力は、エンジン 3 が生成するトルクの最大値を示している。そのベルト効率は、シャフト 8 から動力伝達機構 1 6 に伝達されるトルクと動力伝達機構 1 6 からシャフト 1 5 に伝達されるトルクとの比を示している。その力行側最大値は、電動発電機 7 に供給される電力の最大値を示し、たとえば、- 1 5 k W を示している。その回生側最大値は、電動発電機 7 が発電する電力の最大値を示し、たとえば、1 0 k W を示している。

40

【 0 0 4 3 】

電動発電機電力指令部 4 4 は、乗算部 5 5 と動力配分テーブル部 5 6 とを備えている。乗算部 5 5 は、バッテリー要求電力算出部 4 3 により算出される充放電要求電力が正であるときに、そのエンジン最大出力にそのベルト効率を乗算する。乗算部 5 5 は、その充放電要求電力が負であるときに、そのエンジン最大出力にそのベルト効率を除算する。動力配分テーブル部 5 6 は、ポンプ要求動力収集部 3 5 により収集されるポンプ要求動力の任意の要素に電動発電機電力指令値の一つの要素を対応付けているテーブルをバッテリー要求電力算出部 4 3 により算出される充放電要求電力毎に複数備えている。動力配分テーブル部 5 6 は、そのテーブルのうちのバッテリー要求電力算出部 4 3 により算出される充放電要求

50

電力に対応するテーブルを参照して、ポンプ要求動力収集部 35 により収集されるポンプ要求動力に対応する電動発電機電力指令値を算出する。

【0044】

図7は、そのテーブルを示している。そのテーブルは、ポンプ要求動力収集部 35 により収集されるポンプ要求動力 Pp_req とバッテリー要求電力算出部 43 により算出される充放電要求電力 Pmg_req との組を電動発電機電力指令値 Pmg^* に対応付けている。すなわち、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、回生側最大値 A と力行側最大値 B とエンジン最大出力 Pe_max を用いて、次不等式：

$$A < -Pp_req$$

が成立するとき、次式：

$$Pmg^* = A$$

により表現され、次不等式：

$$Pmg_req < -Pp_req$$

が成立するとき、次式：

$$Pmg^* = -Pp_req$$

により表現され、次不等式：

$$-Pp_req < Pmg_req < -Pp_req + Pe_max$$

が成立するとき、次式：

$$Pmg^* = Pmg_req$$

により表現され、次不等式：

$$-Pp_req + Pe_max < Pmg_req$$

が成立するとき、次式：

$$Pmg^* = -Pp_req + Pe_max$$

により表現され、次不等式：

$$-Pp_req + Pe_max < B$$

が成立するとき、次式：

$$Pmg^* = B$$

により表現される。このとき、ポンプ要求動力 Pp_req が正であることは、油圧ポンプモータ5がアクチュエータ6に動力を与えることに対応し、ポンプ要求動力 Pp_req が負であることは、アクチュエータ6が油圧ポンプモータ5に動力を与えることに対応している。電動発電機電力指令値 Pmg^* が正であることは、電動発電機7が回生運転することに対応している。電動発電機電力指令値 Pmg^* が負であることは、電動発電機7が力行運転することに対応している。

【0045】

図7は、エンジン最大出力 Pe_max が 18 kW であり、インバータ効率が 1 であり、電動発電機効率が 1 である場合のテーブルの一例を示している。このため、充放電要求電力 Pmg_req は、バッテリー要求電力算出部 43 のテーブル部 51 により算出されるバッテリー要求電力が示す値に一致している。すなわち、バッテリー充放電状態演算部 39 により算出される充放電状態が 0 ~ 30 % であるときに、充放電要求電力 Pmg_req は、10 kW であり、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、図7のグラフ71により示される。その充放電状態が 35 % であるときに、充放電要求電力 Pmg_req は、5 kW であり、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、グラフ72により示される。その充放電状態が 40 ~ 80 % であるときに、充放電要求電力 Pmg_req は、0 kW であり、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、グラフ73により示される。その充放電状態が 85 % であるときに、充放電要求電力 Pmg_req は、-7.5 kW であり、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、グラフ74により示される。その充放電状態が 90 ~ 100 % であるときに、充放電要求電力 Pmg_req は、-15 kW であり、電動発電機電力指令値 Pmg^* は、グラフ75により示される。

【0046】

図8は、バッテリー電流指令部 46 を示している。バッテリー電流指令部 46 は、充電側最

10

20

30

40

50

大値と放電側最大値とを記憶装置に予め記録している。バッテリー電流指令部 4 6 は、スイッチ部 8 1 と変化率制限部 8 2 と乗算部 8 3 と乗算部 8 4 と加算部 8 5 と補正ゲイン部 8 6 と加算部 8 7 と出力リミット部 8 8 と乗算部 8 9 と乗算部 9 0 とを備えている。電力配分制御装置 1 は、さらに、出力指令ゼロスイッチ 9 1 と図示されていない起動停止シーケンス処理装置とを備えている。その起動停止シーケンス処理装置は、起動停止または非常停止時などの状況を検出する。出力指令ゼロスイッチ 9 1 は、その起動停止シーケンス処理装置により起動停止または非常停止時などの状況によってスイッチオンまたはスイッチオフの一方を出力する。出力指令ゼロスイッチ 9 1 は、さらに、ユーザにより操作されて、スイッチオンまたはスイッチオフの一方を出力することもできる。

【 0 0 4 7 】

10

スイッチ部 8 1 は、出力指令ゼロスイッチ 9 1 がスイッチオンを出力するときに電動発電機電力指令部 4 4 により算出される電動発電機電力指令値を出力し、出力指令ゼロスイッチ 9 1 がスイッチオフを出力するときに値 0 を出力する。変化率制限部 8 2 は、スイッチ部 8 1 から出力される値を出力する。変化率制限部 8 2 は、スイッチ部 8 1 から出力される値が変化したときに、所定の変化率以下で変化する値を出力する。出力上昇時と出力減少時でその変化率は異なる数値を入力でき、その変化率としては、+ 2 0 k W / s、- 4 0 k W / s が例示される。

【 0 0 4 8 】

乗算部 8 3 は、電動発電機回転数収集部 3 8 により収集される回転数に電動発電機トルク指令部 4 7 により算出される電動発電機トルク指令値を乗算して電動発電機電力を算出する。乗算部 8 3 は、その電動発電機電力が負であるときに、すなわち、電動発電機 7 が力行時に、変化率制限部 8 2 により出力される値を電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率で除算した値を出力する。乗算部 8 3 は、さらに、その電動発電機電力が正であるときに、すなわち、電動発電機 7 が回生時に、変化率制限部 8 2 により出力される値に電動発電機効率算出部 4 2 により算出される電動発電機効率で乗算した値を出力する。

20

【 0 0 4 9 】

乗算部 8 4 は、その電動発電機電力が負であるときに、すなわち、電動発電機 7 が力行時に、乗算部 8 3 により出力される値をインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率で除算した値を出力する。乗算部 8 4 は、さらに、その電動発電機電力が正であるときに、すなわち、電動発電機 7 が回生時に、乗算部 8 3 により出力される値にインバータ効率算出部 4 1 により算出されるインバータ効率で乗算した値を出力する。

30

【 0 0 5 0 】

加算部 8 5 は、目標バス電圧算出部 4 5 により算出される目標バス電圧から直流バス電圧収集部 3 7 により収集される直流バス電圧を減算した値を出力する。補正ゲイン部 8 6 は、加算部 8 5 により出力される値を P I 制御して電圧補正用電力を算出する。加算部 8 7 は、乗算部 8 4 により出力される値に補正ゲイン部 8 6 により算出される電圧補正用電力を加算した値を出力する。

【 0 0 5 1 】

出力リミット部 8 8 は、加算部 8 7 により出力される値がその充電側最大値より小さく、かつ、その放電側最大値より大きいときに、加算部 8 7 により出力される値を出力する。出力リミット部 8 8 は、加算部 8 7 により出力される値がその充電側最大値より大きいときに、その充電側最大値を出力する。出力リミット部 8 8 は、加算部 8 7 により出力される値がその放電側最大値より小さいときに、その放電側最大値を出力する。乗算部 8 9 は、バッテリー状態収集部 3 6 により収集されるバッテリー電流が正であるときに、すなわち、バッテリー 1 1 が充電されているときに、出力リミット部 8 8 により出力される値にコンバータ効率算出部 4 0 により算出されるコンバータ効率を乗算したコンバータ電力指令値を出力する。乗算部 8 9 は、バッテリー状態収集部 3 6 により収集されるバッテリー電流が負であるときに、すなわち、バッテリー 1 1 が放電しているときに、出力リミット部 8 8 により出力される値をコンバータ効率算出部 4 0 により算出されるコンバータ効率により除算

40

50

したコンバータ電力指令値を出力する。乗算部 90 は、乗算部 89 により出力されるコンバータ電力指令値をバッテリー状態収集部 36 により収集されるバッテリー 11 の起電力で除算したバッテリー電流指令値を DC / DC コンバータ 12 に出力する。

【 0052 】

図 9 は、電動発電機トルク指令部 47 を示している。電動発電機トルク指令部 47 は、記憶装置に予め記録している最大トルクにより制限を実施する。その最大トルクは、搭載するシヨベル出力やエンジン最大出力等の条件によって設定される。電動発電機トルク指令部 47 は、スイッチ部 81 と変化率制限部 82 と乗算部 92 と乗算部 93 と最大リミット部 94 とトルク指令ゼロ処理部 95 とを備えている。

【 0053 】

スイッチ部 81 は、出力指令ゼロスイッチ 91 がスイッチオンを出力するときに電動発電機電力指令部 44 により算出される電動発電機電力指令値を出力し、出力指令ゼロスイッチ 91 がスイッチオフを出力するときに値 0 を出力する。変化率制限部 82 は、スイッチ部 81 から出力される値を出力する。変化率制限部 82 は、スイッチ部 81 から出力される値が変化したときに、所定の変化率以下で変化する値を出力する。その変化率としては、20 kW / s、40 kW / s が例示される。このような変化率制限部 82 によれば、ステップ状にエンジン 3 にトルクがかかることを防止することができる。

【 0054 】

乗算部 92 は、変化率制限部 82 により出力される値に - 1 を乗算した値を出力する。乗算部 93 は、電動発電機電力指令部 44 により算出される電動発電機電力指令値が負であるときに、すなわち、電動発電機 7 が力行時に、乗算部 92 により出力される値に電動発電機回転数収集部 38 により収集される回転数を乗算した値を出力する。乗算部 93 は、電動発電機電力指令部 44 により算出される電動発電機電力指令値が負でないときに、すなわち、電動発電機 7 が回生時に、乗算部 92 により出力される値を電動発電機回転数収集部 38 により収集される回転数で除算した値を出力する。

【 0055 】

最大リミット部 94 は、乗算部 93 により出力される値をその最大トルク T_{m_max} の範囲から外れないように制限している。すなわち、最大リミット部 94 は、乗算部 93 により出力される値がその範囲に含まれるときに乗算部 93 により出力される値を出力し、乗算部 93 により出力される値が $-T_{m_max}$ 以下であるときに $-T_{m_max}$ を出力し、乗算部 93 により出力される値が $+T_{m_max}$ 以上であるときに $+T_{m_max}$ を出力する。

【 0056 】

トルク指令ゼロ処理部 95 は、電動発電機回転数収集部 38 により収集される回転数が所定の回転数 $N [rpm]$ より大きいときに最大リミット部 94 により出力される値を電動発電機トルク指令値としてインバータ 14 に出力し、電動発電機回転数収集部 38 により収集される回転数が所定の回転数 $N [rpm]$ 以下であるときに 0 を電動発電機トルク指令値としてインバータ 14 に出力する。所定の回転数 $N [rpm]$ は、電動発電機 7 の回転数が小さいときの過大トルク防止であるため、通常運転時のエンジン回転数より小さい値が適用され、たとえば、500 rpm が適用される。このようなトルク指令ゼロ処理部 95 は、エンジン 3 の停止時、起動時などエンジンの回転数が小さいときに、電動発電機 7 に過大なトルクがかかることを防止している。

【 0057 】

図 10 は、目標バス電圧算出部 45 により参照される目標バス電圧テーブルを示している。その目標バス電圧テーブルは、電動発電機電力指令部 44 により算出される電動発電機電力指令値を目標バス電圧に対応付けるグラフ 96 により表現することができる。すなわち、グラフ 96 は、電動発電機電力指令部 44 により算出される電動発電機電力指令値の任意の要素に目標バス電圧の一つの要素に対応付けている。その目標バス電圧は、電動発電機 7 が電動発電機電力指令値に対応する電力を消費するときに、最も高効率となる値を示している。このとき、目標バス電圧算出部 45 は、グラフ 96 を参照して、電動発電

10

20

30

40

50

機電力指令部 4 4 により算出される電動発電機電力指令値に対応する値を目標バス電圧として算出する。

【 0 0 5 8 】

ハイブリッド建設機械 2 の動作は、エンジン 3 を制御する動作とアクチュエータ 6 を制御する動作と電動発電機 7 を制御する動作とを備えている。

【 0 0 5 9 】

そのエンジン 3 を制御する動作は、エンジン 3 により実行される。エンジン 3 は、ユーザの操作により起動されると、シャフト 8 の単位時間当たりの回転数が一定になるようにシャフト 8 にトルクを与えて、シャフト 8 を回転させる。このとき、エンジン 3 は、油圧ポンプモータ 5 と電動発電機 7 との動作に独立に、シャフト 8 を回転させる。

10

【 0 0 6 0 】

そのアクチュエータ 6 を制御する動作は、電力配分制御装置 1 により実行される。電力配分制御装置 1 は、ユーザによりレバーが操作されたときに、その操作内容に基づいて油圧ポンプモータ 5 を制御して管路 1 0 を流れる作動油の油圧を昇降させる。アクチュエータ 6 は、管路 1 0 に流れる作動油の油圧によりハイブリッド建設機械 2 のブーム、アーム、バケットを運動させる。

【 0 0 6 1 】

電動発電機 7 を制御する動作は、電力配分制御装置 1 により実行される。電力配分制御装置 1 は、バッテリー 1 1 の起電力をバッテリー電圧センサ 2 1 から収集し、バッテリー 1 1 から DC / DC コンバータ 1 2 に流れる電流をバッテリー電流センサ 2 2 から収集する。電力配分制御装置 1 は、シャフト 1 5 の単位時間当たりの回転数を回転数センサ 2 4 から収集し、その回転数に基づいてインバータ効率と電動発電機効率とを算出する。電力配分制御装置 1 は、その起電力と電流とに基づいてバッテリー 1 1 の充放電状態 (SOC) を算出する。電力配分制御装置 1 は、グラフ 5 4 を参照して、その充放電状態に対応するバッテリー要求電圧を算出する。電力配分制御装置 1 は、電動発電機 7 が力行時に、そのバッテリー要求電圧にインバータ効率と電動発電機効率とを乗算して充放電要求電力を算出する。電動発電機 7 が回生時に、そのバッテリー要求電圧をインバータ効率と電動発電機効率とで除算して充放電要求電力を算出する。

20

【 0 0 6 2 】

電力配分制御装置 1 は、管路 1 0 を流れる作動油の流量をポンプ流量センサ 1 7 から収集し、その作動油の油圧をポンプ油圧センサ 1 8 から収集する。電力配分制御装置 1 は、レバーの操作内容とその収集された流量と油圧とに基づいてポンプ要求動力を算出する。電力配分制御装置 1 は、そのバッテリー要求電力とポンプ要求動力とに基づいて図 7 のグラフに示すような電動発電機電力指令値を算出する。

30

【 0 0 6 3 】

電力配分制御装置 1 は、DC / DC コンバータ 1 2 とインバータ 1 4 との間で伝送される直流電力の直流バス電圧を電圧計 2 3 から収集し、その直流バス電圧に基づいてコンバータ効率を算出する。電力配分制御装置 1 は、グラフ 9 6 で示される目標バス電圧テーブルを参照して、算出された電動発電機電力指令値に基づいて目標バス電圧を算出する。電力配分制御装置 1 は、バッテリー 1 1 の起電力と直流バス電圧とコンバータ効率とインバータ効率と電動発電機効率と電動発電機電力指令値と目標バス電圧とに基づいてバッテリー電流指令値を算出して DC / DC コンバータ 1 2 に出力する。DC / DC コンバータ 1 2 は、そのバッテリー電流指令値に基づいて目標バス電圧に示される電圧をインバータ 1 4 に印加する。DC / DC コンバータ 1 2 は、そのバッテリー電流指令値が充電を示すときにインバータ 1 4 から供給される電力を用いて所定の電圧をバッテリー 1 1 に印加する。

40

【 0 0 6 4 】

電力配分制御装置 1 は、シャフト 1 5 の回転数と電動発電機電力指令値とに基づいて電動発電機トルク指令値を算出してインバータ 1 4 に出力する。インバータ 1 4 は、電動発電機 7 がその電動発電機トルク指令値をシャフト 1 5 に与えるように電力を電動発電機 7 に供給し、または、電動発電機 7 がその電動発電機トルク指令値に対応する電力を発電す

50

るように、その電力をDC/DCコンバータ12に供給する。

【0065】

このとき、ハイブリッド建設機械2は、バッテリー11の充放電状態が高いときにバッテリー11の電力を優先的に用いてアクチュエータ6を動かし、充放電状態が低いときにエンジン3を優先的に用いてアクチュエータ6を動かしている。このような動作によれば、バッテリー11の電力を効率よく使用することができ、システム効率の上昇を図ることができる。ハイブリッド建設機械2は、さらに、充放電状態が低いときにエンジン3の出力のうちの油圧ポンプモータ5に供給される動力の余剰分をバッテリー11に充電することができる。このような動作によれば、ハイブリッド建設機械2は、油圧ポンプモータ5に動力を不足なく供給しながら、バッテリー11を充電することができる。

10

【0066】

ハイブリッド建設機械2は、さらに、電動発電機7の出力をフィードフォワード的に用いて直流バス電圧を制御している。このような動作によれば、ハイブリッド建設機械2は、直流バス電圧を応答よく安定して制御することができる。ハイブリッド建設機械2は、さらに、直流バス電圧の目標バス電圧を電動発電機7の出力の大きさに応じて最も高効率となる値に設定している。このような動作によれば、ハイブリッド建設機械2は、電動発電機7の出力の大きさに応じて最も高効率に運転されることができる。

【0067】

本発明による電力配分制御装置の実施の他の形態は、既述の実施の形態における目標バス電圧算出部45が他の目標バス電圧算出部に置換されている。その目標バス電圧算出部は、電動発電機電力指令部44により算出される電動発電機電力指令値に独立に、定数である目標バス電圧を出力する。その目標バス電圧は、インバータ14の仕様により推奨されている値が適用される。このような電力配分制御装置が適用されるハイブリッド建設機械は、既述の実施の形態におけるハイブリッド建設機械2ほど高効率に運転されることができないが、バッテリー11の電力を効率よく使用することができ、システム効率の上昇を図ることができる。

20

【0068】

本発明による電力配分制御装置の実施のさらに他の形態は、既述の実施の形態における所定の変数が定数に置換されている。その変数は、インバータ効率、コンバータ効率または電動発電機効率である。このような電力配分制御装置が適用されるハイブリッド建設機械は、既述の実施の形態におけるハイブリッド建設機械2ほど高効率に運転されることができないが、バッテリー11の電力を効率よく使用することができ、システム効率の上昇を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】図1は、本発明によるハイブリッド建設機械の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】図2は、上位コントローラを示すブロック図である。

【図3】図3は、上位コントローラを示すブロック図である。

【図4】図4は、バッテリー要求電力算出部を示すブロック図である。

40

【図5】図5は、充放電要求電力テーブルを示すグラフである。

【図6】図6は、電動発電機電力指令部を示すブロック図である。

【図7】図7は、SOC変化による電力配分を示すグラフである。

【図8】図8は、バッテリー電流指令部を示すブロック図である。

【図9】図9は、電動発電機トルク指令部を示すブロック図である。

【図10】図10は、目標バス電圧テーブルを示すグラフである。

【符号の説明】

【0070】

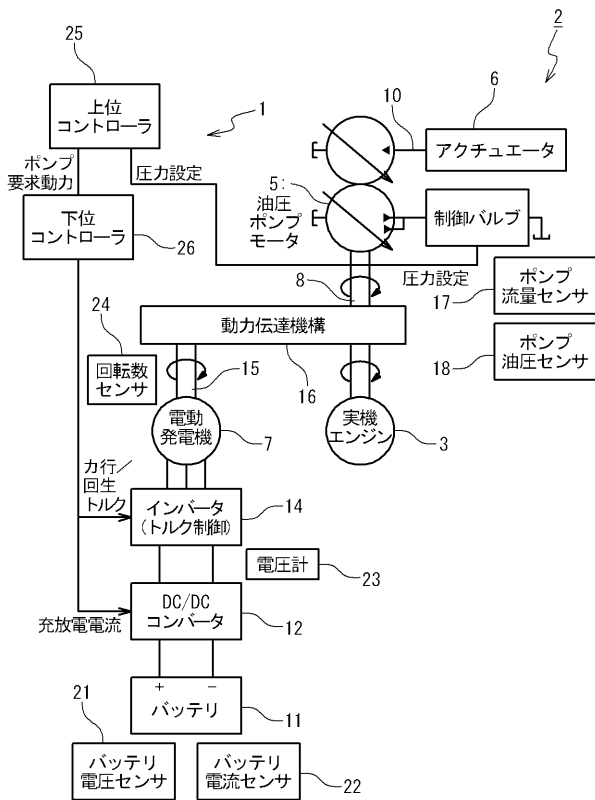
- 1 : 電力配分制御装置
- 2 : ハイブリッド建設機械

50

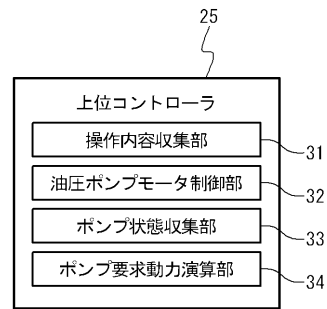
3	: エンジン	
5	: 油圧ポンプモータ	
6	: アクチュエータ	
7	: 電動発電機	
8	: シャフト	
10	: 管路	
11	: バッテリ	
12	: DC / DC コンバータ	
14	: インバータ	
15	: シャフト	10
16	: 動力伝達機構	
17	: ポンプ流量センサ	
18	: ポンプ油圧センサ	
21	: バッテリ電圧センサ	
22	: バッテリ電流センサ	
23	: 電圧計	
24	: 回転数センサ	
25	: 上位コントローラ	
26	: 下位コントローラ	
31	: 操作内容収集部	20
32	: 油圧ポンプモータ制御部	
33	: ポンプ状態収集部	
34	: ポンプ要求動力演算部	
35	: ポンプ要求動力収集部	
36	: バッテリ状態収集部	
37	: 直流バス電圧収集部	
38	: 電動発電機回転数収集部	
39	: バッテリ充放電状態演算部	
40	: コンバータ効率算出部	
41	: インバータ効率算出部	30
42	: 電動発電機効率算出部	
43	: バッテリ要求電力算出部	
44	: 電動発電機電力指令部	
45	: 目標バス電圧算出部	
46	: バッテリ電流指令部	
47	: 電動発電機トルク指令部	
51	: テーブル部	
52	: 乗算部	
53	: 乗算部	
54	: グラフ	40
55	: 乗算部	
56	: 動力分配テーブル部	
71	: グラフ	
72	: グラフ	
73	: グラフ	
74	: グラフ	
75	: グラフ	
81	: スイッチ部	
82	: 変化率制限部	
83	: 乗算部	50

- 8 4 : 乗算部
- 8 5 : 加算部
- 8 6 : 補正ゲイン部
- 8 7 : 加算部
- 8 8 : 出力リミット部
- 8 9 : 乗算部
- 9 0 : 乗算部
- 9 1 : 出力指令ゼロスイッチ
- 9 2 : 乗算部
- 9 3 : 乗算部
- 9 4 : 最大リミット部
- 9 5 : トルク指令ゼロ処理部
- 9 6 : グラフ

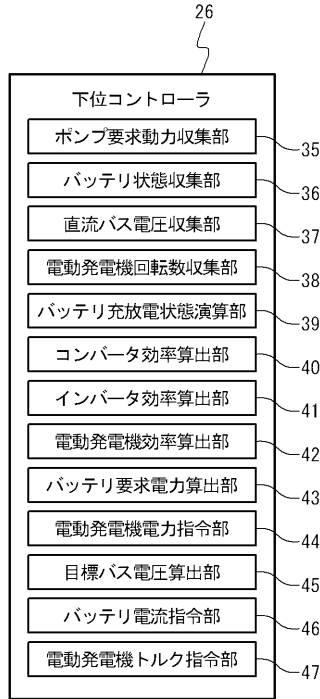
【図 1】



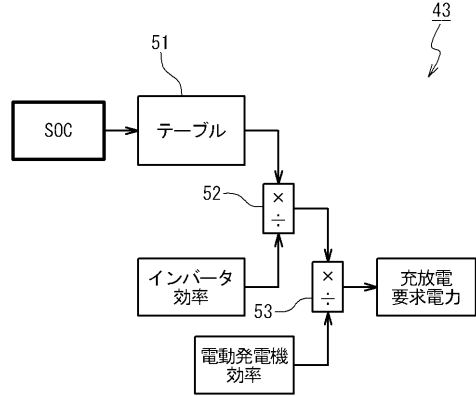
【図 2】



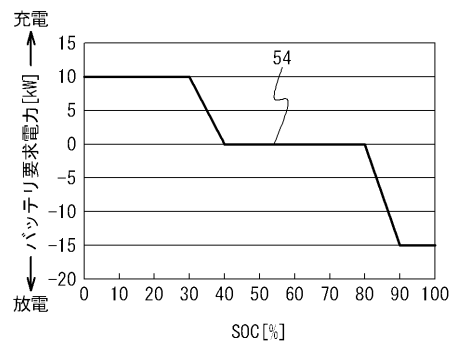
【図3】



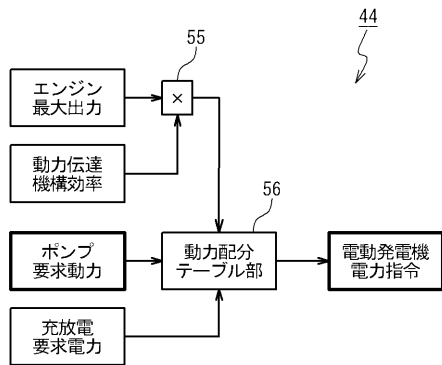
【図4】



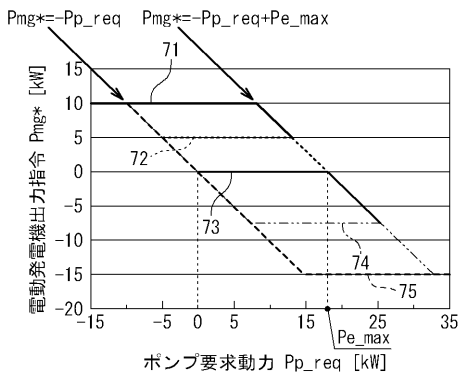
【図5】



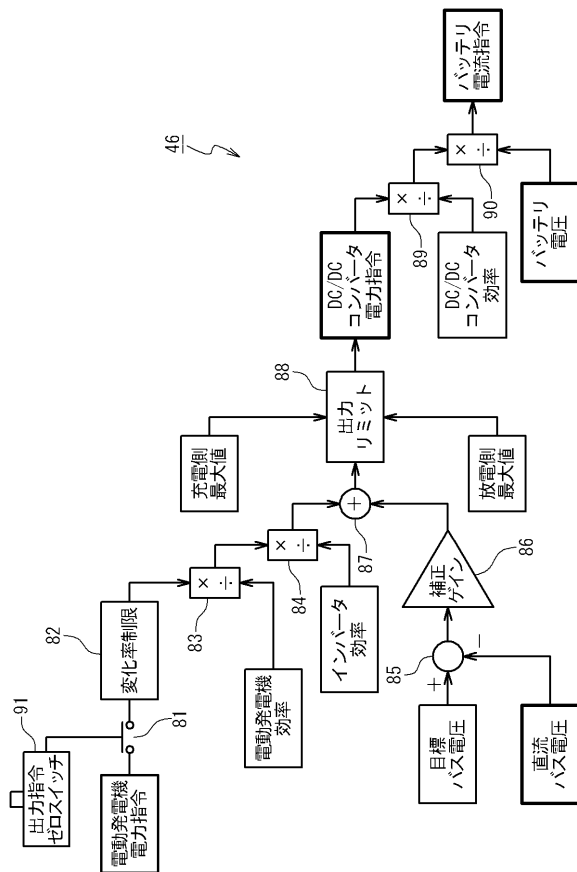
【図6】



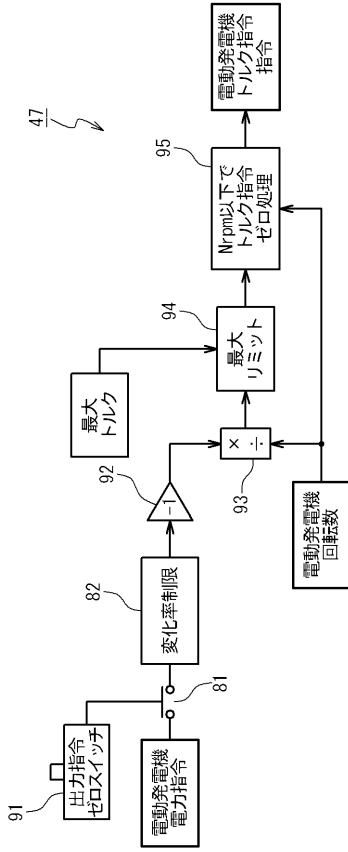
【図7】



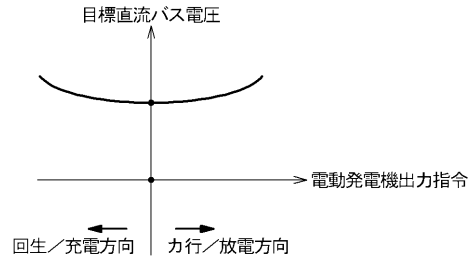
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 10/44 P

(72)発明者 鮫島 誠
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 佐藤 拓志
愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 特開2005-237178(JP,A)
特開2004-084470(JP,A)
特開2005-210870(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 7 / 1 4 - 7 / 3 2
E 0 2 F 9 / 2 0
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 2 P 2 7 / 0 6