

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6169596号
(P6169596)

(45) 発行日 平成29年7月26日(2017.7.26)

(24) 登録日 平成29年7月7日(2017.7.7)

(51) Int. Cl.		F I	
B60W 20/15	(2016.01)	B60W 20/15	
B60W 10/08	(2006.01)	B60W 10/08	900
B60W 10/06	(2006.01)	B60W 10/06	900
B60K 6/485	(2007.10)	B60K 6/485	
B60K 6/54	(2007.10)	B60K 6/54	

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-545662 (P2014-545662)	(73) 特許権者	502246528
(86) (22) 出願日	平成25年10月30日(2013.10.30)		住友建機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/079457		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02014/073436	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成26年5月15日(2014.5.15)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成27年9月15日(2015.9.15)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	特願2012-246576 (P2012-246576)		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成24年11月8日(2012.11.8)	(72) 発明者	曲木 秀人
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1
			住友建機株式会社内
		(72) 発明者	佐野 公則
			千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1
			住友建機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッドシヨベル及びハイブリッドシヨベルの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一定回転数で回転制御されるエンジンと、
 該エンジンをアシストする電動発電機と、
 前記電動発電機の駆動を制御する制御部と、
 前記エンジンで駆動される油圧ポンプと、
 を有し、

前記制御部は、前記油圧ポンプの負荷により前記エンジンの回転数が前記一定回転数より低下したときに前記電動発電機で前記エンジンをアシストし、前記電動発電機の目標回転数を前記一定回転数に対応する回転数より低い値に設定することにより、前記エンジンの回転数が前記一定回転数へ復帰する前に、前記電動発電機による前記エンジンのアシスト出力を低減することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベル。

【請求項2】

請求項1記載のハイブリッドシヨベルであって、

前記制御部は、前記エンジンの回転数の検出値が前記電動発電機の前記目標回転数に対応する回転数以下となると、前記電動発電機による前記エンジンのアシストを開始することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベル。

【請求項3】

10

20

請求項 1 記載のハイブリッドシヨベルであって、

前記制御部は、前記電動発電機による前記エンジンのアシスト中に、前記電動発電機の回転数が前記目標回転数に到達した場合、前記電動発電機の回転数を前記目標回転数に維持することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベル。

【請求項 4】

請求項 1 記載のハイブリッドシヨベルであって、

前記制御部は、前記電動発電機による前記エンジンのアシストを停止した後、前記エンジンの回転数の検出値が前記電動発電機の前記目標回転数に対応する回転数より高いときは、前記電動発電機の発電運転を禁止することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベル。

【請求項 5】

一定回転数で回転制御されるエンジンと、該エンジンをアシストする電動発電機と、前記電動発電機の駆動を制御する制御部と、前記エンジンで駆動される油圧ポンプと、を有するハイブリッドシヨベルの制御方法であって、

前記油圧ポンプの負荷により前記エンジンの回転数が前記一定回転数より低下したときに前記電動発電機で前記エンジンをアシストし、前記電動発電機の目標回転数を前記一定回転数に対応する回転数より低い値に設定することにより、前記エンジンの回転数が前記一定回転数へ復帰する前に、前記電動発電機による前記エンジンのアシスト出力を低減することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベルの制御方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載のハイブリッドシヨベルの制御方法であって、

前記エンジンの回転数の検出値が前記電動発電機の前記目標回転数に対応する回転数以下となると、前記電動発電機による前記エンジンのアシストを開始することを特徴とするハイブリッドシヨベルの制御方法。

【請求項 7】

請求項 5 記載のハイブリッドシヨベルの制御方法であって、

前記電動発電機による前記エンジンのアシスト中に、前記電動発電機の回転数が前記目標回転数に到達した場合、前記電動発電機の回転数を前記目標回転数に維持することを特徴とする、

ハイブリッドシヨベルの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動機でエンジンをアシストするハイブリッドシヨベルおよびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シヨベルでは、通常、エンジンは一定回転数を維持するように制御されている。油圧ポンプの負荷がエンジンに加わったときにはエンジンのトルクを増大するように燃料噴射が行なわれ、エンジンの回転数を維持するための制御が行なわれる。しかし、油圧ポンプの負荷が急激に増大した場合、エンジンのトルク上昇が追従できなくなり、エンジンの回転数が一時的に低下することがある。この場合、エンジン回転数をもとの回転数へ戻すために燃料を噴射する必要が生じてしまう。その結果、燃費が悪化してしまうだけでなく、エンジン回転数が低下してしまうので、駆動用シリンダの動きも悪くなり、もたつきが生じてしまう。

【0003】

このような不具合の発生を抑制すべくアシストモータをコントロールしてエンジンを補助するシヨベルが提案されている。このようなシヨベルには、一般的に、油圧ポンプを駆

10

20

30

40

50

動する動力を出力し、エンジンをアシストする電動機（アシストモータ）が設けられる。そして、油圧ポンプの負荷が急激に増大した場合であっても、アシストモータを駆動してエンジンをアシストすることで、エンジンの回転数の低下を抑制し、一定の回転数まで復帰させることが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-012426号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、アシストモータでエンジンをアシストしてエンジンの回転数を復帰させるのであるが、エンジンの回転数を復帰させるためのトルクの全てをアシストモータで賄ってしまうと、エンジン自体が元の一定回転数に戻ろうとする力を失ってしまう。このため、エンジンのトルクは常にアシストモータのアシスト分を引いたものとなり、アシストモータによるアシストを停止すると、再び回転数が低下してしまうという状況に陥るおそれがある。

【0006】

すなわち、エンジンが自ら回転数を上昇させることができるのに、アシストモータでアシストしてしまうと、エンジンの燃料噴射量を増大させて回転数を戻そうとする制御が行なわれなくなってしまう。

20

【0007】

そこで、エンジンの回転数が低下してアシストモータでアシストが行なわれる場合でも、エンジンの自助努力で回転数を元の一定回転数に戻すことのできる技術の開発が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施形態によれば、一定回転数で回転制御されるエンジンと、該エンジンをアシストする電動発電機と、前記電動発電機の駆動を制御する制御部と、前記エンジンで駆動される油圧ポンプと、を有し、前記制御部は、前記油圧ポンプの負荷により前記エンジンの回転数が前記一定回転数より低下したときに前記電動発電機で前記エンジンをアシストし、前記電動発電機の目標回転数を前記一定回転数に対応する回転数より低い値に設定することにより、前記エンジンの回転数が前記一定回転数へ復帰する前に、前記電動発電機による前記エンジンのアシスト出力を低減することを特徴とするハイブリッドシヨベルが提供される。

30

【0009】

また、本発明の他の実施形態によれば、一定回転数で回転制御されるエンジンと、該エンジンをアシストする電動発電機と、前記電動発電機の駆動を制御する制御部と、前記エンジンで駆動される油圧ポンプと、を有するハイブリッドシヨベルの制御方法であって、前記油圧ポンプの負荷により前記エンジンの回転数が前記一定回転数より低下したときに前記電動発電機で前記エンジンをアシストし、前記電動発電機の目標回転数を前記一定回転数に対応する回転数より低い値に設定することにより、前記エンジンの回転数が前記一定回転数へ復帰する前に、前記電動発電機による前記エンジンのアシスト出力を低減することを特徴とするハイブリッドシヨベルの制御方法が提供される。

40

【発明の効果】

【0010】

上述の実施形態によれば、エンジンの回転数が低下して電動発電機でアシストが行なわれる場合でも、エンジンの自助努力で回転数を元の一定回転数に戻すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

50

【図 1】ショベルの側面図である。

【図 2】一実施形態によるショベルの駆動系の構成を示すブロック図である。

【図 3】蓄電系の回路ブロック図である。

【図 4】エンジンの回転数が低下したときに電動発電機によるアシストを行なってエンジンの回転数が元の一定の回転数に戻るまでの、エンジンの回転数、電動発電機のトルク、及びエンジンのトルクの変化の一例を示すタイムチャートである。

【図 5】エンジンの回転数が低下したときに電動発電機によるアシストを行なってエンジンの回転数が元の一定の回転数に戻るまでの、エンジンの回転数、電動発電機のトルク、及びエンジンのトルクの変化の他の例を示すタイムチャートである。

【図 6】旋回機構を旋回油圧モータで駆動する構成のショベルの駆動系の構成を示すブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に、実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0013】

図 1 は本発明が適用されるショベルの側面図である。

【0014】

図 1 に示すショベルの下部走行体 1 には、旋回機構 2 を介して上部旋回体 3 が搭載されている。上部旋回体 3 には、ブーム 4 が取り付けられている。ブーム 4 の先端に、アーム 5 が取り付けられ、アーム 5 の先端にバケット 6 が取り付けられている。ブーム 4、アーム 5 及びバケット 6 は、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 によりそれぞれ油圧駆動される。上部旋回体 3 には、キャビン 10 が設けられ、且つエンジン等の動力源が搭載される。

20

【0015】

図 2 は、図 1 に示すショベルの駆動系の構成を示すブロック図である。図 2 において、機械的動力系は二重線、高圧油圧ラインは太い実線、パイロットラインは破線、電気駆動・制御系は細い実線でそれぞれ示されている。

【0016】

機械式駆動部としてのエンジン 11 と、アシスト駆動部としての電動発電機 12 は、変速機 13 の 2 つの入力軸にそれぞれ接続されている。変速機 13 の出力軸には、油圧ポンプとしてメインポンプ 14 及びパイロットポンプ 15 が接続されている。メインポンプ 14 には、高圧油圧ライン 16 を介してコントロールバルブ 17 が接続されている。メインポンプ 14 は可変容量式油圧ポンプであり、斜板の角度（傾転角）を制御することでピストンのストローク長を調整し、吐出流量を制御することができる。

30

【0017】

コントロールバルブ 17 は、ショベルにおける油圧系の制御を行う制御装置である。下部走行体 1 用の油圧モータ 1A（右用）、1B（左用）、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、及びバケットシリンダ 9 は、高圧油圧ラインを介してコントロールバルブ 17 に接続される。

【0018】

電動発電機 12 には、インバータ 18A を介して、蓄電器を含む蓄電系 120 が接続される。また、パイロットポンプ 15 には、パイロットライン 25 を介して操作装置 26 が接続される。操作装置 26 は、レバー 26A、レバー 26B、ペダル 26C を含む。レバー 26A、レバー 26B、及びペダル 26C は、油圧ライン 27 及び 28 を介して、コントロールバルブ 17 及び圧力センサ 29 にそれぞれ接続される。圧力センサ 29 は、電気系の駆動制御を行うコントローラ 30 に接続されている。

40

【0019】

図 2 に示すショベルは旋回機構 2 を電動にしたもので、旋回機構 2 を駆動するために旋回用電動機 21 が設けられている。電動作業要素としての旋回用電動機 21 は、インバータ 20 を介して蓄電系 120 に接続されている。旋回用電動機 21 の回転軸 21A には、

50

レゾルバ 2 2、メカニカルブレーキ 2 3、及び旋回変速機 2 4 が接続される。旋回用電動機 2 1 と、インバータ 2 0 と、レゾルバ 2 2 と、メカニカルブレーキ 2 3 と、旋回変速機 2 4 とで負荷駆動系が構成される。

【 0 0 2 0 】

コントローラ 3 0 は、ショベルの駆動制御を行う主制御部としての制御装置である。コントローラ 3 0 は、CPU (Central Processing Unit) 及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、CPU が内部メモリに格納された駆動制御用のプログラムを実行することにより実現される装置である。

【 0 0 2 1 】

コントローラ 3 0 は、圧力センサ 2 9 から供給される信号を速度指令に変換し、旋回用電動機 2 1 の駆動制御を行う。圧力センサ 2 9 から供給される信号は、旋回機構 2 を旋回させるために操作装置 2 6 を操作した場合の操作量を表す信号に相当する。

10

【 0 0 2 2 】

コントローラ 3 0 は、電動発電機 1 2 の運転制御（電動（アシスト）運転又は発電運転の切り替え）を行うとともに、昇降圧制御部としての昇降圧コンバータ 1 0 0（図 3 参照）を駆動制御することによるキャパシタ 1 9 の充放電制御を行う。コントローラ 3 0 は、キャパシタ 1 9 の充電状態、電動発電機 1 2 の運転状態（電動（アシスト）運転又は発電運転）、及び旋回用電動機 2 1 の運転状態（力行運転又は回生運転）に基づいて、昇降圧コンバータ 1 0 0 の昇圧動作と降圧動作の切替制御を行い、これによりキャパシタ 1 9 の充放電制御を行う。また、コントローラ 3 0 は、蓄電器電圧検出部によって検出される蓄電器電圧値に基づいて、蓄電器（キャパシタ）の充電率 SOC を算出する。

20

【 0 0 2 3 】

エンジン 1 1 には回転数を検出する回転計 1 1 a が設けられており、回転計 1 1 a の検出値（回転数値）がコントローラ 3 0 に供給される。コントローラ 3 0 は、回転計 1 1 a の検出値を常時監視し、後述のように回転計 1 1 a の検出値に基づいて電動発電機 1 2 の駆動を制御する。なお、本実施形態では、一つの制御部によってエンジンと電動発電機が制御される事例を示したが、エンジン用の制御部と電動発電機用の制御部をそれぞれ別のコントローラにより構成しても、エンジン用の制御部と電動発電機用の制御部は、本願発明の制御部に含まれる。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、蓄電系 1 2 0 の回路ブロック図である。蓄電系 1 2 0 は、蓄電器としてのキャパシタ 1 9 と、昇降圧コンバータ 1 0 0 と、DC バス 1 1 0 とを含む。DC バス 1 1 0 は、キャパシタ 1 9、電動発電機 1 2、及び旋回用電動機 2 1 の間での電力の授受を制御する。キャパシタ 1 9 には、キャパシタ電圧値を検出するためのキャパシタ電圧検出部 1 1 2 と、キャパシタ電流値を検出するためのキャパシタ電流検出部 1 1 3 が設けられている。キャパシタ電圧検出部 1 1 2 とキャパシタ電流検出部 1 1 3 によって検出されるキャパシタ電圧値とキャパシタ電流値は、コントローラ 3 0 に供給される。

30

【 0 0 2 5 】

昇降圧コンバータ 1 0 0 は、電動発電機 1 2、及び旋回用電動機 2 1 の運転状態に応じて、DC バス電圧値を一定の範囲内に収まるように昇圧動作と降圧動作を切り替える制御を行う。DC バス 1 1 0 は、インバータ 1 8 A、及び 2 0 と昇降圧コンバータ 1 0 0 との間に配設されており、キャパシタ 1 9、電動発電機 1 2、及び旋回用電動機 2 1 の間での電力の授受を行う。

40

【 0 0 2 6 】

昇降圧コンバータ 1 0 0 の昇圧動作と降圧動作の切替制御は、DC バス電圧検出部によって検出される DC バス電圧値、キャパシタ電圧検出部 1 1 2 によって検出されるキャパシタ電圧値、及びキャパシタ電流検出部 1 1 3 によって検出されるキャパシタ電流値に基づいて行われる。

【 0 0 2 7 】

以上のような構成において、アシストモータである電動発電機 1 2 が発電した電力は、

50

インバータ18Aを介して蓄電系120のDCバス110に供給され、昇降圧コンバータ100を介してキャパシタ19に供給される。旋回用電動機21が回生運転して生成した回生電力は、インバータ20を介して蓄電系120のDCバス110に供給され、昇降圧コンバータ100を介してキャパシタ19に供給される。

【0028】

キャパシタ19は、昇降圧コンバータ100を介してDCバス110との間で電力の授受が行えるように、充放電可能な蓄電器であればよい。なお、本実施形態では、蓄電器としてキャパシタ19を用いているが、キャパシタ19の代わりに、リチウムイオン電池等の充放電可能な二次電池、リチウムイオンキャパシタ、又は、電力の授受が可能なその他の形態の電源を用いてもよい。

10

【0029】

上述のような構成のショベルでは、作業中において、エンジン11に負荷がかかっているときもかかっていないときも、エンジン11の回転数を予め設定された一定の回転数に維持するような制御（定回転数制御）が行なわれている。このエンジン11の定回転数制御は、通常、エンジン11のコントロールユニット（ECU）が行なう。本実施形態では、このエンジン11が維持する一定の回転数をRE1（例えば、1800rpm）とする。そして、本実施形態では、エンジン11の回転数が負荷の増大により所定の回転数RE2（例えば、1750rpm）以下に低下した際に、電動発電機12を電動運転してエンジン11をアシストし、エンジン11の回転数が一定の回転数RE1に戻るよう制御する。なお、本実施形態において、以下に説明する制御方法は、ショベルの全体を制御するコントローラ30が行うものであるが、コントローラ30に限られず、専用の制御部を設けることとしてもよい。

20

【0030】

本実施形態では、エンジン11の回転数が一定の回転数RE1に戻るよう制御する際、エンジン11をアシストするときの電動発電機12の目標回転数RM1を、エンジン11の一定の回転数（目標回転数）RE1に対応する回転数より低く設定し、電動発電機12を電動運転する。例えば、変速機13における電動発電機12の回転数とエンジン11の回転数との比が1:Nであれば、電動発電機12の目標回転数RM1を、エンジン11の一定の回転数（目標回転数）RE1にNを乗じて求めた回転数以下に設定すればよい。また、変速機13における電動発電機12の回転数とエンジン11の回転数の比が1:1であれば、電動発電機12の目標回転数RM1を、エンジン11の一定の回転数（目標回転数）RE1以下に設定すればよい。本実施形態では、変速機13における電動発電機12の回転数とエンジン11の回転数の比が1:1であると仮定して説明する。

30

【0031】

電動発電機12の目標回転数RM1を、エンジン11の一定の回転数（目標回転数）RE1以下に設定するということは、エンジン11の目標回転数RE1と電動発電機12の目標回転数RM1との間に差を設けることである。エンジン11と電動発電機12との目標回転数に差を設けることで、エンジン11の回転数が目標回転数RE1から一旦低下してから、エンジン回転数を目標回転数RE1に戻すのに必要なトルクの全てを、電動発電機12の出力トルクで賄うのではなく、エンジン11自らがトルクを増大させることで、目標回転数RE1に戻るようし向けることができる。

40

【0032】

以上のような本実施形態によるアシスト制御はショベルの駆動を制御する上述のコントローラ30が電動発電機12の駆動を制御することで達成される。以下、本実施形態に係るコントローラ30によるアシスト制御の一例について説明をする。具体的には、上述のアシスト制御を行なった場合のエンジン11及び電動発電機12の動作について、図4を参照しながら説明する。図4はエンジン11の回転数が低下したときに電動発電機12によるアシストを行なってエンジン11の回転数が元の一定の回転数に戻るまでの、エンジン11の回転数、電動発電機12のトルク、及びエンジン11のトルクの変化の一例を示すタイムチャートである。

50

【 0 0 3 3 】

図 4 (a) はエンジン 1 1 の回転数の変化を示すタイムチャートであり、本例によるアシスト制御を行なった場合のエンジン回転数の変化が実線で示され、本例によるアシスト制御を行なわない場合のエンジン回転数の変化が点線で示されている。図 4 (b) は電動発電機 1 2 のトルクの変化を示すタイムチャートである。図 4 (c) はエンジン 1 1 のトルクの変化を示すタイムチャートであり、本例によるアシスト制御を行なった場合のエンジントルクの変化が実線で示され、本例によるアシスト制御を行なわない場合のエンジントルクの変化が点線で示されている。

【 0 0 3 4 】

まず、時刻 t_1 までは、エンジン 1 1 の負荷は小さく、エンジン 1 1 は一定の回転数 (10
目標回転数 $R E 1$ (例えば、 1800 rpm)) に維持されている。したがって、時刻 t_1 までは、図 4 (c) に示すようにエンジン 1 1 のトルクは小さい。また、電動発電機 1 2 によるアシストは行なう必要が無いので、電動発電機 1 2 はアシスト運転を行なっており、図 4 (b) に示すように電動発電機 1 2 のトルクはゼロである。

【 0 0 3 5 】

時刻 t_1 において、油圧ポンプ (メインポンプ 1 4) を駆動するための負荷がエンジン 1 1 に加わったため、図 4 (a) に示すように、エンジン回転数が低下し始める。エンジン 1 1 に加わる負荷が大きいため、エンジン回転数は低下し続け、時刻 t_2 において、予め設定されている設定回転数 $R E 2$ (例えば、 1750 rpm) まで低下している。すると、本実施形態では、上述のアシスト制御が開始される。具体的には、コントローラ 3 0
20 は、回転計 1 1 a から供給されるエンジン 1 1 の回転数値を監視しており、エンジン 1 1 の回転数値が設定回転数 $R E 2$ 以下になったと判断すると、電動発電機 1 2 を電動運転してアシスト制御を開始する。

【 0 0 3 6 】

時刻 t_2 において電動発電機 1 2 が電動運転 (アシスト運転) されるので、図 4 (b) に示すように、電動発電機 1 2 のトルクは時刻 t_2 から急激に上昇する。この電動発電機 1 2 のトルクがエンジン 1 1 のトルクに加わり、エンジン 1 1 の駆動がアシストされるため、負荷に負けて低下し続けていたエンジン 1 1 の回転数の低下は止まり、エンジン回転数は上昇に転じる。一方、本実施形態によるアシスト制御を行なわない場合、図 4 (a) の点線で示すように、時刻 t_2 を過ぎてもエンジン 1 1 の回転数は上昇に転じることなく
30 大きく低下していく。

【 0 0 3 7 】

時刻 t_2 において本例によるアシスト制御が開始されると、エンジン回転数は上昇に転じ、上述のアシスト制御を開始したときの設定回転数 $R E 2$ (例えば、 1750 rpm) まで回復する。ここで、本例では、アシスト制御における電動発電機 1 2 の目標回転数 $R M 1$ が、上述のエンジン 1 1 の設定回転数 $R E 2$ に対応する回転数に設定されている。本例ではエンジン 1 1 の回転数と電動発電機の回転数の比を 1 : 1 としているので、電動発電機 1 2 の目標回転数 $R M 1$ は、エンジン 1 1 の設定回転数 $R E 2$ に等しい回転数に設定される。

【 0 0 3 8 】

時刻 t_2 を過ぎてからエンジン 1 1 の回転数が上昇に転じると、それ以降も、エンジン 1 1 が常にトルクを出力し続けるようにするため、図 4 (b) に示すように、電動発電機 1 2 のトルクは減少に転じる。このように、電動発電機 1 2 によるアシストを弱めることで、エンジン 1 1 に意図的に負荷を与えることができる。その結果、エンジン 1 1 は継続してトルクを出力し続ける。そして、エンジン 1 1 の回転数が、電動発電機 1 2 の目標回転数 $R M 1$ に対応する回転数である設定回転数 $R E 2$ まで上昇すると、電動発電機 1 2 はその回転数を維持するようにトルクを出力する運転を行なう。このように、エンジン 1 1 の回転数が、エンジンの目標回転数 $R E 1$ へ復帰する前に、電動発電機 1 2 のアシスト力を低減することで、エンジン 1 1 が常にトルクを出力し続けることができる。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

エンジン 11 の回転数が設定回転数 $R E 2$ に維持されている間にも、エンジン 11 の定回転数制御が行なわれているので、図 4 (c) に示すように、エンジン 11 自体のトルクは次第に大きくなっていく。これに伴い、電動発電機 12 でのアシストは不要になるので、電動発電機 12 のトルクは小さくなり、時刻 $t 3$ において電動発電機 12 のトルクはゼロになる。すると、本例によるアシスト制御は終了し、電動発電機 12 の電動運転 (アシスト運転) は停止される。

【 0 0 4 0 】

時刻 $t 3$ ではエンジン 11 の回転数は未だ設定回転数 $R E 2$ であり、目標回転数 $R E 1$ より低い回転数であるので、エンジン 11 の定回転数制御が働き、エンジン 11 のトルクはなおも上昇する。これによりエンジン 11 の回転数は時刻 $t 3$ 以降も上昇し、目標回転数 $R E 1$ まで到達する。すなわち、エンジン 11 の回転数は、電動発電機 12 によるアシストが終了した時刻 $t 3$ 以降、エンジン 11 に対して行われている定回転数制御のみにより目標回転数 $R E 1$ まで上昇する。このように、エンジン 11 の回転数が、エンジン 11 の目標回転数 $R E 1$ へ復帰する前に、電動発電機 12 のアシスト力を低減することで、エンジン 11 が常にトルクを出力し続けることができる。

10

【 0 0 4 1 】

エンジン回転数が目標回転数 $R E 1$ に到達すると、その後は目標回転数 $R E 1$ を維持するためだけのトルクを出せば良いので、図 4 (c) に示すように、時刻 $t 3$ 以降に上昇したトルクは僅かに減少し、その後一定のトルクとなる。

【 0 0 4 2 】

20

なお、時刻 $t 3$ を過ぎてエンジン回転数が設定回転数 $R E 2$ より高くなると、電動発電機 12 の回転数も目標回転数 $R M 1$ より高くなる。このように電動発電機 12 の回転数が目標回転数 $R M 1$ より高くなると、電動発電機 12 が発電運転を行なうように制御されるおそれがある。電動発電機 12 が発電運転を行なうと、エンジン 11 への負荷が増えることとなり、エンジン回転数をさらに目標回転数 $R E 1$ まで上昇させようとしているのにブレーキをかけることとなってしまう。そこで、本例では、エンジン回転数が設定回転数 $R E 2$ より高くなったら (すなわち、電動発電機 12 の回転数が目標回転数 $R M 1$ より高くなったら)、電動発電機 12 の発電運転を禁止することで、エンジン回転数が設定回転数 $R E 2$ から目標回転数 $R E 1$ まで迅速に上昇できるようにしている。

【 0 0 4 3 】

30

本例によるアシスト制御を行なわない場合では、図 4 (a) に示すように、時刻 $t 2$ 以降もエンジン回転数は低下し続け、時刻 $t 3$ 付近でようやく定回転制御による燃料噴射量の増大の効果が現れてきて、エンジン回転数の低下は止まる。すなわち、エンジン 11 の燃料噴射量を増大することによるトルクの増大は、応答性が良くないので、時刻 $t 1$ を過ぎてから定回転数制御が働いても、時刻 $t 3$ までエンジン回転数は低下してしまう。一方、エンジン 11 に比較して電動発電機 12 は応答性が高く、エンジン回転数が設定回転数 $R E 2$ に低下したら、短時間で電動発電機 12 のトルクがエンジン 11 に加わるので、エンジン回転数はすぐに上昇に転じる。

【 0 0 4 4 】

本例によるアシスト制御を行なわない場合では、時刻 $t 3$ を過ぎてからようやくエンジン回転数が上昇に転じ、時刻 $t 4$ において目標回転数 $R E 1$ まで復帰する。本例によるアシスト制御を行なわない場合、図 4 に示す例では、時刻 $t 3$ を過ぎてからエンジン回転数が上昇しているが、エンジン 11 にかかる負荷が大きいと、エンジン回転数が低下し続けて、最悪の場合にはエンジン 11 が停止してしまうおそれがある。

40

【 0 0 4 5 】

そこで、本例によるアシスト制御では、エンジン 11 の回転数が低下したときに電動発電機 12 を電動運転 (アシスト運転) することで、エンジン回転数の低下を抑制する。本例によるアシスト制御では、エンジン 11 の目標回転数 $R E 1$ より低い設定回転数 $R E 2$ までエンジン 11 の回転数が復帰すると、そこで電動発電機 12 によるアシストを停止してしまう。これにより、設定回転数 $R E 2$ から目標回転数 $R E 1$ までの間は、エンジン 1

50

1 自らのトルクにより回転数を上昇させることとなり、エンジン 1 1 の定回転数制御を適切に働かせることができる。

【 0 0 4 6 】

一方、例えば、アシスト制御による電動発電機 1 2 のアシストで、エンジン回転数を目標回転数 R E 1 まで上昇させてしまうと、エンジン 1 1 の定回転数制御を働かせる必要がなくなってしまう。この場合、エンジン回転数を目標回転数 R E 1 まで上昇させた後も、目標回転数 R E 1 を維持するために、電動発電機 1 2 によりアシストし続けなければならず、また、エンジン 1 1 の定回転数制御を適切に行なうことができない。

【 0 0 4 7 】

そこで、本例によるアシスト制御では、エンジン 1 1 の目標回転数 R E 1 より低い設定回転数 R E 2 までエンジン回転数が上昇するまで電動発電機 1 2 でアシストし、それ以降はアシストを停止する。これにより、目標回転数 R E 1 を維持しようとする定回転数制御が適切に働き、エンジン 1 1 自らのトルクで目標回転数 R E 1 までエンジン回転数を上昇させて目標回転数 R E 1 を維持することができる。

【 0 0 4 8 】

また、図 4 で示したアシスト制御の一例では、エンジン 1 1 の回転数が低下から上昇に転じた後も電動発電機 1 2 によるアシストが継続されている。具体的には、電動発電機 1 2 の目標回転数 R M 1 に対応するエンジン回転数である設定回転数 R E 2 に回復するまでエンジン回転数を上昇させるアシストが行われる。しかしながら、電動発電機 1 2 を用いたアシストによりエンジン回転数を所定回転数以下に低下しないように保持し、エンジン 1 1 の定回転数制御により該所定回転数から目標回転数 R E 1 へのエンジン回転数の復帰が行われてもよい。即ち、電動発電機 1 2 は、エンジン回転数の低下を抑止する作用のみを果たし、エンジン 1 1 の回転数上昇は、エンジン 1 1 の定回転数制御により行われてよい。以下、コントローラ 3 0 によるアシスト制御の他の例について説明をする。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、エンジン 1 1 の回転数が低下したときに電動発電機 1 2 によるアシストを行なってエンジン 1 1 の回転数が元の一定の回転数に戻るまでの、エンジン 1 1 の回転数、電動発電機 1 2 のトルク、及びエンジン 1 1 のトルクの変化の他の例を示すタイムチャートである。

【 0 0 5 0 】

図 5 (a) はエンジン 1 1 の回転数の変化を示すタイムチャートであり、本例によるアシスト制御を行なった場合のエンジン回転数の変化が実線で示され、本例によるアシスト制御を行なわない場合のエンジン回転数の変化が点線で示されている。図 5 (b) は電動発電機 1 2 のトルクの変化を示すタイムチャートである。図 5 (c) はエンジン 1 1 のトルクの変化を示すタイムチャートであり、本例によるアシスト制御を行なった場合のエンジントルクの変化が実線で示され、本例によるアシスト制御を行なわない場合のエンジントルクの変化が点線で示されている。

【 0 0 5 1 】

まず、時刻 t 1 までは、図 4 に示したアシスト制御の一例と同様である。即ち、エンジン 1 1 の負荷は小さく、エンジン 1 1 は一定の回転数 (目標回転数 R E 1 (例えば、 1 8 0 0 r p m)) に維持されている。したがって、時刻 t 1 までは、図 5 (c) に示すようにエンジン 1 1 のトルクは小さい。また、電動発電機 1 2 によるアシストは行なう必要が無いので、電動発電機 1 2 はアシスト運転を行なっておらず、図 5 (b) に示すように電動発電機 1 2 のトルクはゼロである。

【 0 0 5 2 】

また、時刻 t 1 から時刻 t 2 までについても、図 4 に示したアシスト制御の一例と同様である。即ち、時刻 t 1 において、油圧ポンプ (メインポンプ 1 4) を駆動するための負荷がエンジン 1 1 に加わったため、図 5 (a) に示すように、エンジン回転数が低下し始める。エンジン 1 1 に加わる負荷が大きいため、エンジン回転数は低下し続け、時刻 t 2 において、予め設定されている設定回転数 R E 2 (例えば、 1 7 5 0 r p m) まで低下し

10

20

30

40

50

ている。すると、本例では、上述したアシスト制御が開始される。具体的には、コントローラ 30 は、回転計 11 a から供給されるエンジン 11 の回転数値を監視しており、エンジン 11 の回転数値が設定回転数 RE_2 以下となったと判断すると、電動発電機 12 を電動運転してアシスト制御を開始する。

【0053】

時刻 t_2 において電動発電機 12 が電動運転（アシスト運転）されるので、図 5（b）に示すように、電動発電機 12 のトルクは時刻 t_2 から上昇する。そして、所定のトルクまで上昇する。この電動発電機 12 のトルクがエンジン 11 のトルクに加わり、エンジン 11 の駆動がアシストされるため、エンジン 11 の回転数の低下は抑止される。一方、本例によるアシスト制御を行わない場合、図 5（a）の点線で示すように、時刻 t_2 を過ぎて

10

【0054】

時刻 t_2 において本例によるアシスト制御が開始されると、電動発電機 12 のトルクは上昇し、所定のトルクに達すると、電動発電機 12 は、略一定のトルクでエンジン 11 の駆動アシストを行う。これにより、エンジン 11 の回転数の低下が止まり、エンジン 11 の回転数は、設定回転数 RE_2 よりも低い所定回転数にて略一定に維持される。即ち、電動発電機 12 は、エンジン 11 の回転数が低下し、所定回転数に到達した場合において、エンジン 11 の回転数を該所定回転数で保持するのに必要なトルクでエンジン 11 の駆動アシストを行ってよい。

【0055】

20

ここで、時刻 t_2 を過ぎて、エンジン 11 の回転数の低下が止まり、エンジン 11 の回転数が略一定に維持された状態においても、エンジン 11 の定回転数制御が行なわれている。そのため、図 5（c）に示すように、エンジン 11 自体のトルクは、引き続き上昇していく。このように、エンジン回転数の低下を所定回転数までに抑止し、エンジン回転数を該所定回転数に保持するようにアシスト制御が行われることにより、エンジン 11 に意図的に負荷を与えることができる。その結果、エンジン 11 のトルクは継続して上昇し続け、上昇したエンジン 11 のトルクにより、エンジン 11 の回転数は上昇し始める。

【0056】

また、エンジン 11 の回転数が上昇し始めると、エンジン 11 の定回転数制御によりエンジン 11 の回転数を目標回転数 RE_1 に戻すためのトルクがエンジン 11 から出力され続けるため、電動発電機 12 によるアシストは不要となる。そのため、電動発電機 12 のトルクは小さくなり、時刻 t_3 において電動発電機 12 のトルクはゼロになる。すると、本例によるアシスト制御は終了し、電動発電機 12 の電動運転（アシスト運転）は停止される。

30

【0057】

このように、コントローラ 30 が、エンジン回転数の低下を所定回転数までに抑止し、エンジン回転数を該所定回転数に保持するように電動発電機 12 を用いたアシスト制御を行うことにより、エンジン 11 は継続してトルクを出力し続けることができる。

【0058】

本例によるアシスト制御の終了後、エンジン回転数は、エンジン 11 の定回転数制御により上昇し続け、時刻 t_3 を過ぎた後に、目標回転数 RE_1 に達する。エンジン回転数が目標回転数 RE_1 に到達すると、その後は目標回転数 RE_1 を維持するためのトルクを出せば良いので、図 5（c）に示すように、時刻 t_3 以降にトルクは僅かに減少し、その後一定のトルクとなる。

40

【0059】

なお、図 4 に示したアシスト制御の一例と同様、エンジン回転数が設定回転数 RE_2 より高くなると、電動発電機 12 の回転数も目標回転数 RM_1 より高くなる。そのため、本例においても、エンジン回転数が設定回転数 RE_2 より高くなったら（すなわち、電動発電機 12 の回転数が目標回転数 RM_1 より高くなったら）、電動発電機 12 の発電運転を禁止するとよい。これにより、エンジン回転数が設定回転数 RE_2 から目標回転数 RE_1

50

まで迅速に上昇することができる。

【0060】

本例によるアシスト制御を行わない場合では、図5(a)に示すように、時刻 t_2 以降もエンジン回転数は低下し続け、時刻 t_3 付近でようやく定回転制御による燃料噴射量の増大の効果が現れてきて、エンジン11の回転数の低下は止まる。すなわち、エンジン11の燃料噴射量を増大することによるトルクの増大は、応答性が良くないので、時刻 t_1 を過ぎてから定回転制御が働いても、時刻 t_3 までエンジン回転数は低下してしまう。一方、エンジン11に比較して電動発電機12は応答性が高く、エンジン回転数が設定回転数 RE_2 に低下したら、短時間で電動発電機12のトルクがエンジン11に加わるので、エンジン回転数の低下をすぐに抑止することができる。

10

【0061】

本例によるアシスト制御を行わない場合では、時刻 t_3 を過ぎてからようやくエンジン回転数が上昇に転じ、時刻 t_4 において目標回転数 RE_1 まで復帰する。本例によるアシスト制御を行わない場合、図5に示す例では、時刻 t_3 を過ぎてからエンジン回転数が上昇しているが、エンジン11にかかる負荷が大きいと、エンジン11の回転数が低下し続けて、最悪の場合にはエンジン11が停止してしまうおそれがある。

【0062】

そこで、本例によるアシスト制御では、エンジン11の回転数が低下したときに電動発電機12を電動運転(アシスト運転)することで、エンジン回転数の低下を抑止する。また、本例によるアシスト制御では、エンジン回転数が所定回転数まで低下した場合において、該所定回転数で略一定に保持されるように、電動発電機12のトルクが制御される。そして、エンジン11による定回転数制御によりエンジン11の回転数が上昇し始めると、電動発電機12によるアシストを停止する。これにより、上記所定回転数から目標回転数 RE_1 までの間は、エンジン11自らのトルクによりエンジン回転数を上昇させることとなり、エンジン11の定回転数制御を適切に働かせることができる。

20

【0063】

一方、例えば、アシスト制御による電動発電機12のアシストで、エンジン回転数を目標回転数 RE_1 まで上昇させてしまうと、エンジン11の定回転数制御を働かせる必要がなくなってしまう。この場合、エンジン回転数を目標回転数 RE_1 まで上昇させた後も、目標回転数 RE_1 を維持するために、電動発電機12によりアシストし続けなければなら

30

【0064】

そこで、本例によるアシスト制御では、エンジン回転数が目標回転数 RE_1 よりも低い所定回転数まで低下した場合にエンジン回転数を該所定回転数で保持するように、エンジン11をアシストする。そして、エンジン11の定回転数制御によりエンジン回転数が上昇し始めた後は、アシストを停止する。これにより、目標回転数 RE_1 を維持しようとする定回転数制御が適切に働き、エンジン11自らのトルクで目標回転数 RE_1 まで回転数を上昇させて目標回転数 RE_1 を維持することができる。

【0065】

なお、上述した図4、図5に示すアシスト制御の各例において、設定回転数 RE_2 は、エンジン11の定回転数制御が働く回転数であれば、目標回転数 RE_1 より低い任意の回転数として適宜決定すればよい。また、上述した各例では、エンジン11の回転数が低下し始めてから設定回転数 RE_2 以下となったとき(時刻 t_2)にアシスト制御を開始することとしているが、必ずしも設定回転数 RE_2 を基準にする必要はない。例えば、設定回転数 RE_2 より低い回転数を基準としてアシスト制御の開始を判断してもよい。

40

【0066】

以上、本発明を実施するための形態について詳述したが、本発明はかかる特定の形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0067】

50

例えば、上述の実施形態では旋回機構 2 が電動式であったが、旋回機構 2 が電動ではなく油圧駆動の場合がある。図 6 は図 2 に示すショベルの旋回機構を油圧駆動式とした場合の駆動系の構成を示すブロック図である。図 6 に示すショベルでは、旋回用電動機 2 1 の代わりに、旋回油圧モータ 2 A がコントロールバルブ 1 7 に接続され、旋回機構 2 は旋回油圧モータ 2 A により駆動される。このような構成のショベルであっても、上述の実施形態のようにして、目標回転数 R E 1 を維持しようとする定回転数制御が適切に働き、エンジン 1 1 自らのトルクで目標回転数 R E 1 まで回転数を上昇させて目標回転数 R E 1 を維持することができる。

【 0 0 6 8 】

なお、本願は、2012年11月8日に出願した日本国特許出願2012-246576号に基づく優先権を主張するものであり、その日本国特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

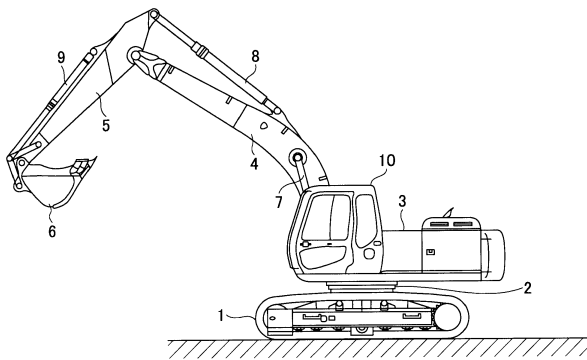
【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

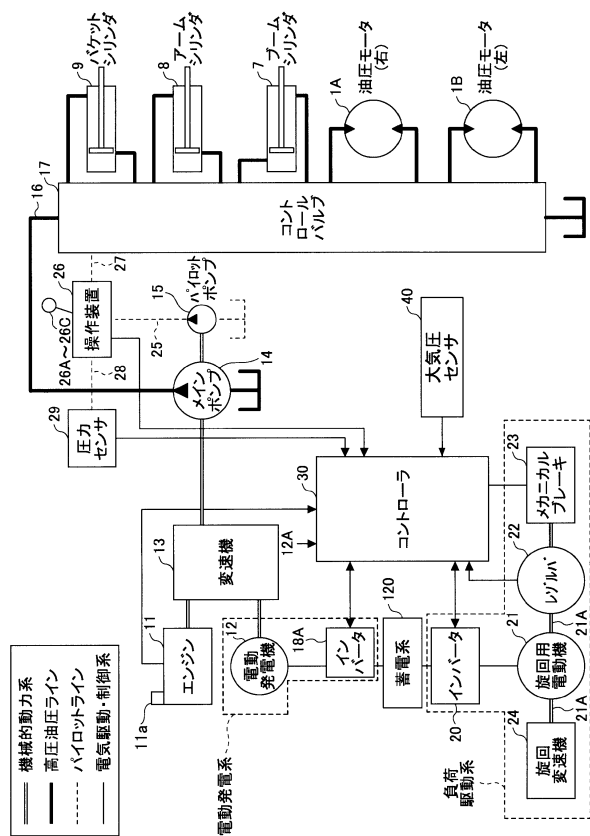
1	下部走行体	
1 A、1 B	油圧モータ	
2	旋回機構	
2 A	旋回油圧モータ	
3	上部旋回体	
4	ブーム	20
5	アーム	
6	バケット	
7	ブームシリンダ	
8	アームシリンダ	
9	バケットシリンダ	
1 0	キャビン	
1 1	エンジン	
1 1 a	回転計	
1 2	電動発電機	
1 3	変速機	30
1 4	メインポンプ	
1 5	パイロットポンプ	
1 6	高圧油圧ライン	
1 7	コントロールバルブ	
1 8 A、2 0	インバータ	
1 9	キャパシタ	
2 1	旋回用電動機	
2 2	レゾルバ	
2 3	メカニカルブレーキ	
2 4	旋回変速機	40
2 5	パイロットライン	
2 6	操作装置	
2 6 A、2 6 B	レバー	
2 6 C	ペダル	
2 7	油圧ライン	
2 8	油圧ライン	
2 9	圧力センサ	
3 0	コントローラ	
1 0 0	昇降圧コンバータ	
1 1 0	D C バス	50

- 1 1 2 キャパシタ電圧検出部
- 1 1 3 キャパシタ電流検出部
- 1 2 0 蓄電系

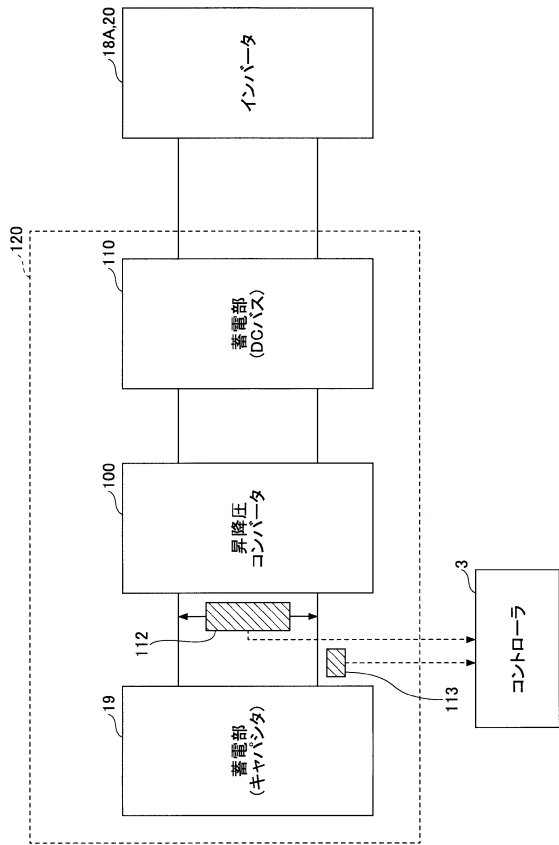
【図1】



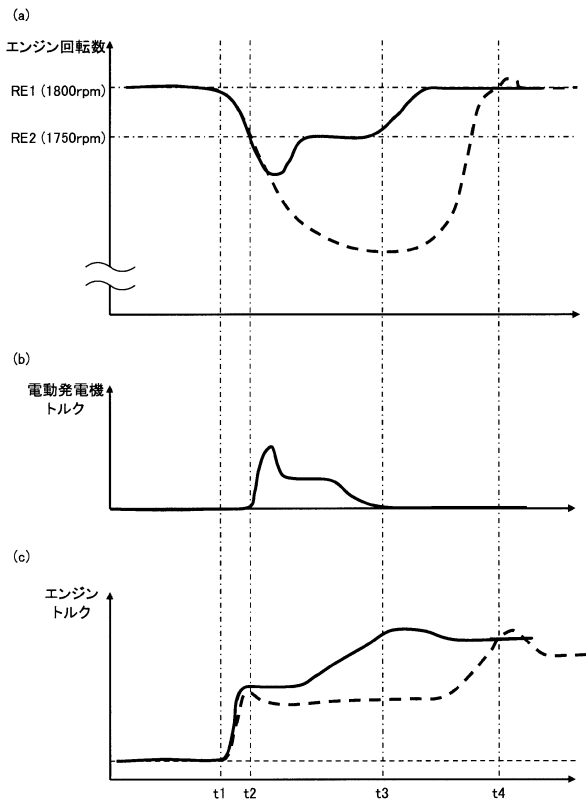
【図2】



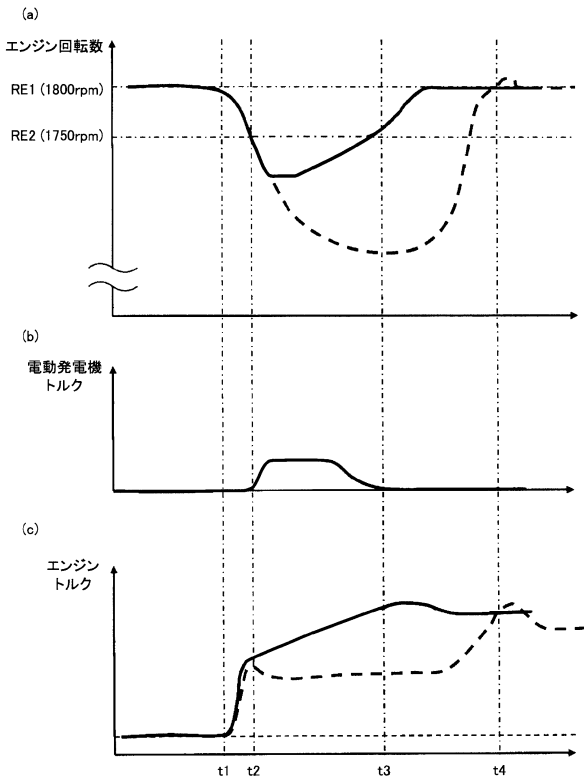
【図3】



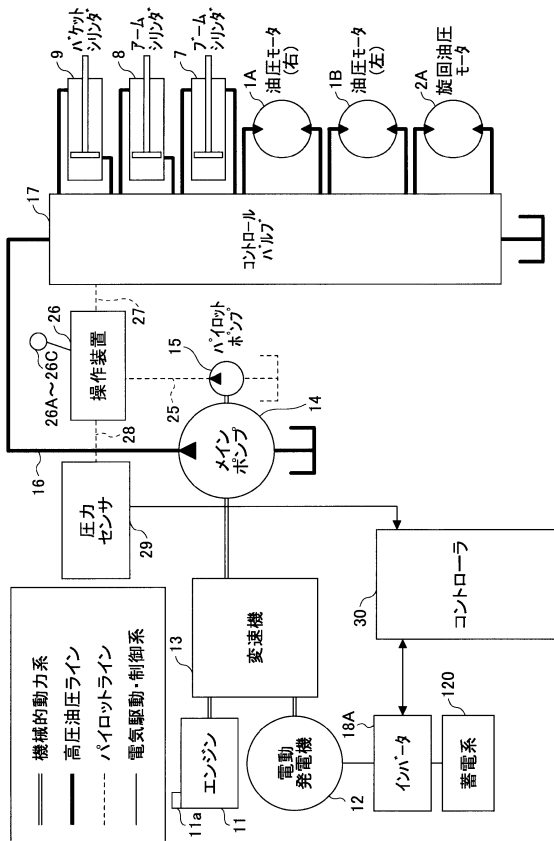
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
E 0 2 F 9/20 (2006.01) E 0 2 F 9/20 Z

(72)発明者 白谷 竜二
千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1 住友建機株式会社内

審査官 田中 将一

(56)参考文献 特開2012-180683(JP,A)
特開2009-174446(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 K	6 / 2 0	-	6 / 5 4 7
B 6 0 W	1 0 / 0 0	-	2 0 / 5 0
E 0 2 F	3 / 4 2	-	3 / 4 3
E 0 2 F	3 / 8 4	-	3 / 8 5
E 0 2 F	9 / 2 0	-	9 / 2 2