

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6959817号
(P6959817)

(45) 発行日 令和3年11月5日(2021.11.5)

(24) 登録日 令和3年10月12日(2021.10.12)

(51) Int. Cl.	F 1				
B60W	10/02	(2006.01)	B60W	10/02	900
B60K	6/26	(2007.10)	B60K	6/26	
B60K	6/48	(2007.10)	B60K	6/48	
B60K	6/52	(2007.10)	B60K	6/52	
B60K	6/547	(2007.10)	B60K	6/547	

請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-191569 (P2017-191569)	(73) 特許権者	000005522
(22) 出願日	平成29年9月29日 (2017.9.29)		日立建機株式会社
(65) 公開番号	特開2019-64451 (P2019-64451A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43) 公開日	平成31年4月25日 (2019.4.25)	(74) 代理人	110000442
審査請求日	令和2年3月11日 (2020.3.11)		特許業務法人 武和国際特許事務所
		(72) 発明者	神谷 昭範
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	金子 悟
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72) 発明者	歌代 浩志
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、前記エンジンの動力で発電する発電機と、前記発電機から供給される電力で駆動する発電電動機と、前記エンジンまたは前記発電電動機の動力を車輪に伝達するトランスミッションと、前記エンジンと前記トランスミッションとの間に設けられるロックアップクラッチと、前記エンジンの動力で駆動する油圧回路と、前記エンジンの動力により前記車輪を駆動するエンジン駆動モードと前記発電電動機をモータとして機能させ、前記発電電動機の動力により前記車輪を駆動するモータ駆動モードとの間で駆動モードを切り換える制御装置と、を備えた作業車両であって、

前記制御装置は、

前記トランスミッションの変速時に、前記ロックアップクラッチを解放して前記駆動モードを前記モータ駆動モードに切り換えると共に、前記油圧回路上にて負荷を発生させることで前記エンジンの回転数を減速させ、

前記トランスミッションの入力軸の回転数と前記エンジンの出力軸の回転数とが一致したときに、前記ロックアップクラッチを締結して前記駆動モードを前記モータ駆動モードから前記エンジン駆動モードに切り換えることを特徴とする作業車両。

【請求項2】

請求項1に記載の作業車両であって、

前記発電機と電氣的に接続される熱抵抗器をさらに備え、

前記制御装置は、

前記発電機を介して前記熱抵抗器において前記エンジンの動力が熱に変換されることにより前記エンジンに対する負荷を発生させることで、前記エンジンの回転数を減速させることを特徴とする作業車両。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の作業車両であって、

前記トランスミッションはトランスミッションクラッチを有し、

前記制御装置は、

前記トランスミッションクラッチを締結して前記発電電動機を加速させることにより前記エンジンに対する負荷を発生させることで、前記エンジンの回転数を減速させることを特徴とする作業車両。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の作業車両であって、

前記エンジンの排気管路には排気ブレーキを作動させるための絞り装置を備え、

前記制御装置は、

前記排気ブレーキを作動させることにより前記エンジンに対する負荷を発生させることで、前記エンジンの回転数を減速させることを特徴とする作業車両。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の作業車両であって、

前記発電機は、3 相短絡させることで内部抵抗に電力を消費させる機構を有し、

前記制御装置は、

前記機構により電力を消費させて前記エンジンに対する負荷を発生させることで、前記エンジンの回転数を減速させることを特徴とする作業車両。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業車両に関する。

【背景技術】

【0002】

作業車両の一例であるホイールローダは、エンジンの動力をトルクコンバータ（トルコン）およびトランスミッション（T/M）によりタイヤに伝えて走行しながら、フロントの油圧作業部のバケット部分で土砂等を掘削・運搬する。

30

【0003】

ホイールローダの走行部を電動化した場合、トルコン損失が大きな低回転数領域の動力伝達をモータ駆動にすることによって損失を低減できる。また、中・高速領域ではロックアップクラッチを締結して、エンジンと車軸を直結してエンジン駆動を行うことにより、駆動効率を高めることができる。

【0004】

このようなホイールローダの一例として特許文献 1 には、「エンジンの出力軸とサンギヤとを結合又は切り離すエンジン切離クラッチを備え、蓄電器の蓄電量及び車速に基づいて、直結クラッチによりサンギヤとキャリア軸とを切り離すとともにエンジン切離クラッチによりエンジンの出力軸とサンギヤとを結合させてエンジン及び電動発電機によって発生したトルクによって走行させる第 1 の走行モード、又は直結クラッチによりサンギヤとキャリア軸とを結合させるとともにエンジン切離クラッチによりエンジンの出力軸と前記サンギヤとを切り離して電動発電機のみで走行させる第 2 の走行モードを設定する。」構成が開示されている（要約参照）。

40

【0005】

特許文献 1 では、車速が低速と中速の場合には、モータ動力とエンジン動力を組み合わせ、蓄電器の蓄電量に基づいて、変速機の変速段の切り換えを制御する一方、車速が高速の場合には、直結クラッチを締結することにより、エンジン駆動のみで走行して、高効

50

率に駆動することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2011-93345号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1では、直結クラッチを締結し、速度段の切り換えを行った場合には、速度段切換時に変速機のギヤ比変更に応じた速度変更が生じるため、エンジンの振動が発生して、乗り心地が悪化するという課題がある。

10

【0008】

本発明は、上記した実状に鑑みてなされたもので、その目的は、作業車両において、速度段切換時にエンジンの振動を抑制して乗り心地を改善することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、代表的な本発明は、エンジンと、前記エンジンの動力で発電する発電機と、前記発電機から供給される電力で駆動する発電電動機と、前記エンジンまたは前記発電電動機の動力を車輪に伝達するトランスミッションと、前記エンジンと前記トランスミッションとの間に設けられるロックアップクラッチと、前記エンジンの動力で駆動する油圧回路と、前記エンジンの動力により前記車輪を駆動するエンジン駆動モードと前記発電電動機をモータとして機能させ、前記発電電動機の動力により前記車輪を駆動するモータ駆動モードとの間で駆動モードを切り換える制御装置と、を備えた作業車両であって、前記制御装置は、前記トランスミッションの変速時に、前記ロックアップクラッチを解放して前記駆動モードを前記モータ駆動モードに切り換えると共に、前記油圧回路上にて負荷を発生させることで前記エンジンの回転数を減速させ、前記トランスミッションの入力軸の回転数と前記エンジンの出力軸の回転数とが一致したときに、前記ロックアップクラッチを締結して前記駆動モードを前記モータ駆動モードから前記エンジン駆動モードに切り換えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、速度段切換時にエンジンの振動を抑制して乗り心地を改善することができる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係る作業車両の一例であるホイールローダの外観側面図。

【図2】ホイールローダのシステム構成図。

【図3】ホイールローダの油圧回路図。

【図4】ホイールローダの駆動モードの切り換え方法の説明図。

40

【図5】制御装置の機能ブロック図である。

【図6】速度段を切り換える際の駆動モードの切り換えの制御手順を示すフローチャート。

【図7】ホイールローダが2速モータ駆動モードから3速に変速する場合のエネルギーの流れを示す図。

【図8】ホイールローダが2速モータ駆動モードから3速に変速する場合のエネルギーの流れを示す図。

【図9】ホイールローダが2速モータ駆動モードから3速に変速する場合のエネルギーの流れを示す図。

【図10】ホイールローダが2速モータ駆動モードから3速に変速する場合のエネルギーの

50

流れを示す図。

【図 1 1】図 7 ~ 図 1 0 に示す状態の変化を、横軸に時間、縦軸に各回転数を取って示した図である。

【図 1 2】回生エネルギーを油圧回路により消費する例を示す図。

【図 1 3】回生エネルギーを熱抵抗器により消費する例を示す図。

【図 1 4】回生エネルギーを車体慣性により消費する例を示す図。

【図 1 5】回生エネルギーを 3 相短絡ブレーキにより消費する例を示す図。

【図 1 6】回生エネルギーを排気装置により消費する例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の各実施形態について図面を参照して説明する。なお、各図において同一要素については同一の符号を記し、重複する説明は省略する。

【0013】

「第 1 実施形態」

図 1 は本発明に係る作業車両の一例であるホイールローダ 200 の外観側面図、図 2 は図 1 に示すホイールローダのシステム構成図である。図 1 に示すように、ホイールローダ 200 は、リフトアーム 201、バケット 20、前輪 18a, 18b 等を有する前フレーム 202 と、運転室 19、後輪 18c, 18d 等を有する後フレーム 203 とを有する。リフトアーム 201 はリフトアームシリンダ 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。

【0014】

前フレーム 202 と後フレーム 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。このホイールローダ 200 は、連結軸にて前フレーム 202 と後フレーム 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。前フレーム 202 と後フレーム 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。後述する油圧回路（図 3 参照）により一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、前フレーム 202 と後フレーム 203 とをそれぞれ連結軸を中心に戻すことができる。これにより、前フレーム 202 と後フレーム 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。

【0015】

図 2 に示すように、ホイールローダ 200 は、圧油で駆動する油圧作業部 A と、エンジン動力により車体を走行させる走行部 B とに大別される。上述したバケットシリンダ 14、リフトアームシリンダ 13、ステアリングシリンダ 12 は、油圧作業部 A を構成するもので、油圧ポンプ 9 からコントロールバルブ 11 を介して供給される圧油により駆動する。圧油をバケットシリンダ 14、リフトアームシリンダ 13 に供給することで掘削等の作業が行われ、圧油をステアリングシリンダ 12 に供給することで、車体の操舵が行われる。

【0016】

一方、エンジン 1、発電機 5、油圧ポンプ 9、コントロールバルブ 11、インバータ 6, 8、チョッパ 25、熱抵抗器 26、発電電動機 7、ギヤボックス 31、トランスミッション 33、排気装置 27、絞り装置 27a、車輪 18、プロペラシャフト 15f, 15r、ディフェレンシャルギヤ 16f, 16r、ドライブシャフト 17a, 17b, 17c, 17d、回転数センサ 41, 42, 43, 44 は、走行部 B を構成する。

【0017】

油圧ポンプ 9 は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（図 3 参照）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

10

20

30

40

50

ダ 1 2、リフトアームシリンダ 1 3 およびバケットシリンダ 1 4 に供給される。

【 0 0 1 8 】

コントロールバルブ 1 1 は、ステアリングシリンダ 1 2、リフトアームシリンダ 1 3 およびバケットシリンダ 1 4 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 1 1 は、運転室 1 9 内に設置された操作装置（図示せず）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 1 1 に導かれた作動油は、操作装置の操作に応じてステアリングシリンダ 1 2、リフトアームシリンダ 1 3 およびバケットシリンダ 1 4 に分配される。

【 0 0 1 9 】

発電機 5 は、エンジン 1 の出力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し、インバータ 6 およびインバータ 8 を介して発電電動機 7 に電力を供給する。ここで、発電機 5 の代わりに発電電動機を用いる構成とし、発電電動機を発電機として機能させて、発電した電力をキャパシタやバッテリー等の蓄電装置に蓄えておき、蓄電装置から供給される電力で発電電動機を電動機として機能させて、エンジン 1 をアシストするようにしても良い。

10

【 0 0 2 0 】

発電電動機 7 は、その出力軸がギヤボックス 3 1 の入力軸と連結されており、発電機 5 で発電した電力により駆動して、ギヤボックス 3 1 の入力軸にトルクを伝達する。また、後述するように、発電電動機 7 が回生する電力はチョッパ 2 5 及び熱抵抗器 2 6 を介して熱エネルギーに変換されて消費される。

20

【 0 0 2 1 】

エンジン 1 の出力軸はギヤボックス 3 1 の入力軸とロックアップクラッチ 3 2 を介して連結されている。また、ギヤボックス 3 1 の出力軸はトランスミッション 3 3 の入力軸とトランスミッションクラッチ 3 4 を介して連結されている。

【 0 0 2 2 】

エンジン 1 の出力トルクまたは発電電動機 7 の出力トルクは、ギヤボックス 3 1、トランスミッション 3 3 の順に伝達され、プロペラシャフト 1 5 f、1 5 r、ディファレンシャルギヤ 1 6 f、1 6 r およびドライブシャフト 1 7 a、1 7 b、1 7 c、1 7 d を介して前輪 1 8 a、1 8 b および後輪 1 8 c、1 8 d へと伝えられ、ホイールローダ 2 0 0 は走行する。

30

【 0 0 2 3 】

また、発電機 5 の回転軸の回転数を検出する回転数センサ 4 1、エンジン 1 の出力軸の回転数を検出する回転数センサ 4 2、発電電動機 7 の出力軸の回転数を検出する回転数センサ 4 3、ギヤボックス 3 1 の出力軸の回転数を検出する回転数センサ 4 4 が設けられており、各回転数センサ 4 1、4 2、4 3、4 4 からの回転数信号は制御装置 1 0 0 に入力される。

【 0 0 2 4 】

制御装置 1 0 0 は、CPU、ROM、RAM、通信インターフェース（I/F）などを有し、制御プログラムに基づいてホイールローダ 2 0 0 の走行の制御、具体的にはホイールローダ 2 0 0 の駆動モードを切り換える制御などを行う。

40

【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態に係るホイールローダ 2 0 0 が備える油圧回路について説明する。図 3 は図 1 に示すホイールローダ 2 0 0 の油圧回路図である。図 3 に示すように、ホイールローダ 2 0 0 の油圧回路には、油圧ポンプ 9 と、オイルタンク 1 0 と、コントロールバルブ 1 1 と、可変容量式の第 2 油圧ポンプ 3 0 1 と、第 1 比例弁 3 0 2 と、第 2 比例弁 3 0 3 と、油圧モータ 3 0 4 と、冷却ファン 3 0 5 と、冷却用コア 3 0 6 と、油温センサ 3 0 7 とが設けられている。

【 0 0 2 6 】

油圧ポンプ 9 は、上述したように、エンジン 1 で駆動される発電機 5 によって駆動され

50

、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、リフトアームシリンダ13およびバケットシリンダ14(図1参照)に供給する。第1比例弁302は、制御装置(M/C)100からの制御信号に従って油圧ポンプ9の傾転量(容量)を変更可能に制御する。

【0027】

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アームシリンダ13へ供給する。なお、図3において、バケットシリンダ14は図示を省略している。

10

【0028】

第2油圧ポンプ301が発電機5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、制御装置100からの制御信号に従って第2油圧ポンプ301の傾転量(容量)を変更可能に制御する。第2油圧ポンプ301の傾転量は、油温センサ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。

【0029】

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、油温センサ307により検出された作動油の温度に応じて制御される。

20

【0030】

また、コントロールバルブ11の下流側の第1管路400上に、すなわち、オイルタンク10への戻り流路に固定容量式流量制御弁(以下、固定絞りと呼ぶ)310が設けられている。そのため、油圧ポンプ9からの圧油は固定絞り310を通過してオイルタンク10に戻る。

【0031】

固定絞り310では、圧油の流量が制限されて通過することにより、制動力に相当するエネルギーが熱量として消費される。すなわち、この制動力が油圧ポンプ9に油圧負荷を与える。その結果、余剰電力で駆動されて油圧ポンプ9を駆動している発電機5の負荷が大きくなり、回生時の電気エネルギーを消費することができる。これにより、エンジン1を速やかに減速させることができる(詳細後述)。なお、固定絞り310で発生する制動力に相当する熱は、冷却ファン305によって冷却される。

30

【0032】

次に、走行部Bの駆動モードについて説明する。走行部Bは、エンジン駆動モード(E)とモータ駆動モード(M)の2つの駆動モードによって駆動される。エンジン駆動モードは、エンジン1の動力をロックアップクラッチ32を介してトランスミッション33に直接伝達させることによって、車体を走行させる。モータ駆動モードは、エンジン1で発電機5を駆動し、発電機5で発電した電力で発電電動機7を力行動作させ(モータとして機能させ)、発電電動機7の回転駆動力をトランスミッション33に伝達させて、車体を走行させる。

40

【0033】

エンジン駆動モードとモータ駆動モードは、ロックアップクラッチ32によって切り換える。ロックアップクラッチ32が締結されている場合はエンジン駆動モードで、ロックアップクラッチ32が解放されている場合はモータ駆動モードである。前述のように、本実施形態に係るホイールローダ200は、蓄電装置によらずに走行・作業が可能である。しかしながら、蓄電装置を備えていないため、回生されたエネルギーは蓄電することができない。そこで、回生されたエネルギーは、熱抵抗器26、排気装置27、油圧作業部A、発電電動機7の3相短絡ブレーキなどで消費する。

50

【 0 0 3 4 】

次に、ホイールローダ 2 0 0 の駆動モードの切り換え方法について説明する。図 4 は、ホイールローダ 2 0 0 の駆動モードの切り換え方法を説明するための図である。エンジン 1 は停止時にトルクを出力できず、またエンジン 1 は低速回転ができないため、速度段が 1 速（低速）では、ホイールローダ 2 0 0 はモータ駆動モード（M）で走行する。2 速、3 速、4 速へと速度段を切り換えた場合には、図 4 に示すようにそれぞれの速度段のギヤ比に応じてエンジン回転数が変化する。この速度段切替時（変速時）には、大きな回転数変化が生じるため、エンジン駆動モード（E）で速度段を切り換えた場合には、回転数変化により振動ショックが発生する。

【 0 0 3 5 】

そこで、本実施形態では、変速時（2 段から 3 段、3 段から 4 段へのシフトアップ時）にエンジン駆動モードからモータ駆動モードに切り換え、エンジン回転数を調整した後にモータ駆動モードからエンジン駆動モードに再び切り換える制御により、速度段切替時の振動ショックを抑制して乗り心地を改善している。なお、エンジン回転数の調整方法については後述する。

【 0 0 3 6 】

次に、制御装置 1 0 0 の詳細について説明する。図 5 は制御装置 1 0 0 の機能ブロック図である。車速センサからの車速、オペレータの操作により生成されるブレーキ、前後進、アクセルの各信号から、速度段演算部 1 1 0 は速度段を演算する。速度段演算部 1 1 0 による速度段の演算結果から、速度段切替信号生成部 1 2 0 は速度段切替信号を生成する。速度段切替信号生成部 1 2 0 にて生成された速度段切替信号に基づいて、駆動モード切替部 1 3 0 は、エンジン駆動モードとモータ駆動モードとの間で駆動モードを切り換える。速度段切替時は、図 3 で説明したようにエンジン 1 の回転数変化が生じるため、エンジン回転数制御部 1 4 0 は、エンジン 1 の回転数を調整する。さらに、回生エネルギー消費制御部 1 5 0 は、エンジン 1 の回転数調整の際に得られる回生エネルギーの消費方法を決定する（詳しくは後述）。

【 0 0 3 7 】

次に、制御装置 1 0 0 による駆動モードの切り換えの制御手順について説明する。図 6 は、速度段を切り換える際の駆動モードの切り換えの制御手順を示すフローチャートである。ここで、図 6 に示す処理は制御装置 1 0 0 により行われ、より具体的には図 5 に示す各部によって実行される。

【 0 0 3 8 】

図 6 に示すように、まず、速度段演算部 1 1 0 は、エンジン駆動モードまたはモータ駆動モードにおいて、車速センサからの車速、オペレータの操作により生成されるブレーキ、前後進、アクセルの各信号から速度段を演算し、演算結果を速度段切替信号生成部 1 2 0 に出力する（ステップ S 1）。

【 0 0 3 9 】

速度段切替信号生成部 1 2 0 は、速度段の演算結果に基づいて、速度段切替信号を生成する。例えば、3 速から 4 速に変速すべきと判断した場合には、速度段切替信号生成部 1 2 0 は、速度段を 4 速に変速するための速度段切替信号を生成する（ステップ S 2）。駆動モード切替部 1 3 0 に速度段切替信号が入力されると、駆動モード切替部 1 3 0 は、図 4 に示すように駆動モードをエンジン駆動モードからモータ駆動モードに切り換える（ステップ S 3）。

【 0 0 4 0 】

駆動モードがモータ駆動モードに切り換えられると、エンジン回転数制御部 1 4 0 は、トランスミッションクラッチ 3 4 を解放して（ステップ S 4）、エンジン回転数が所望の値になるように制御する（ステップ S 5）。次いで、エンジン回転数制御部 1 4 0 は、回転数センサ 4 4（図 1 参照）から入力されるトランスミッション 3 3 の入力軸回転数と、回転数センサ 4 2 から入力されるエンジン回転数とが一致しているか否か判定する。一致していなければ（ステップ S 6 / No）、ステップ S 5 に戻って、トランスミッション 3

10

20

30

40

50

3の入力軸回転数とエンジン回転数とが一致するまで判定を繰り返す。一致していれば(ステップS6/Yes)、ステップS7においてエンジン回転数制御部140はトランスミッションクラッチ34を締結するよう制御する。

【0041】

次いで、駆動モード切換部130は、ロックアップクラッチ32を締結するよう制御して(ステップS8)、駆動モードをモータ駆動モードからエンジン駆動モードに切り換えて(ステップS9)、処理を終了する。このように、本実施形態では、速度段を切り換える場合には、まず駆動モードをモータ駆動モードに切り換えたのち、エンジン回転数が速度段変更に適した回転数と一致してから駆動モードをエンジン駆動モードに切り換えるよう制御している。

10

【0042】

図7~図10は、ホイールローダ200が2速モータ駆動モードから3速に変速(シフトアップ)する場合のエネルギーの流れを示す図である。図中の矢印の向きはエネルギーの流れを示している。なお、図2に示す構成の一部は、図7~10において図示を省略している。

【0043】

<Step(1)>: 2速モータ駆動モード

図7に示すように、2速モータ駆動モードでは、エンジン1の動力で発電機5を駆動して発電し、インバータ6, 8で周波数変換を行い、発電電動機7をモータとして機能させ、その発電電動機7の駆動力をトランスミッション33経由で車輪18に伝達させて、ホイールローダ200は走行している。なお、ロックアップクラッチ32は解放されている。このとき、エンジン回転数は N_e 、2速のモータ回転数(発電電動機7の回転数)は N_2 、2速のトランスミッション入力軸回転数は N_2 である。

20

【0044】

<Step(2)>: 3速モータ駆動モード(発電電動機7の回転数調整)

図8に示すように、3速の速度段切換信号が入った場合には、トランスミッションクラッチ34を解放し、発電電動機7の負荷を0にする。この状態で、発電電動機7を発電機として機能させ、2速の回転数 N_2 を3速の回転数 N_3 に速度変更(減速)させる。このとき、発電電動機7にて回生した電気エネルギーは、熱抵抗器26にて熱エネルギーに変換されて消費される。すなわち、熱抵抗器26にて制動力に相当する熱エネルギーが消費されることで、発電電動機7を N_2 から N_3 に減速させている。

30

【0045】

<Step(3)>: 3速モータ駆動モード(エンジン1の回転数調整)

図9に示すように、ロックアップクラッチ32を締結し、発電電動機7とエンジン1とを接続する。これにより、エンジン回転数は、発電電動機7の回転数 N_3 に支配されるため、 N_2 から N_3 に減速される。この時、エンジン回転数を減速させるための制動力に相当する回生エネルギーが発電機5を介して熱抵抗器26にて消費される。

【0046】

<Step(4)>: 3速エンジン駆動モード

図10に示すように、エンジン1の回転数が発電電動機7の回転数と一致したところで、トランスミッションクラッチ34を締結し、エンジン1の駆動力を車輪18に伝達させる。これにより、3速でのエンジン駆動モードでのエンジン回転数は N_3 から加速するので、2速から3速へのスムーズな変速を実現できる。

40

【0047】

図11は、図7~図10で説明した状態の変化を、横軸に時間、縦軸に各回転数を取って示した図である。図中、(1)は図7の状態、(2)は図8の状態、(3)は図9の状態、(4)は図10の状態にそれぞれ相当する。

【0048】

(1)では、ホイールローダ200は2速で発進し、その際、モータ駆動モードで走行しているので、エンジン1の出力軸の回転数 N_e は一定、発電電動機7の出力軸の回転数

50

N_m は時間の経過に伴って増加し、トランスミッション33の入力軸の回転数 N_{tm} も同様に時間の経過に伴って増加し、車軸の回転数 N_t は時間の経過に伴って徐々に増加する。

【0049】

(2)では、エンジン1の出力軸の回転数 N_e は一定だが、トランスミッションクラッチ34が解放され、発電電動機7が発電機として機能するため、発電電動機7の出力軸の回転数 N_m とトランスミッション33の入力軸の回転数 N_{tm} は時間と共に減少する。

【0050】

(3)では、エンジン1とロックアップクラッチ32が締結され、エンジン1の出力軸の回転数 N_e が時間と共に徐々に減少し、発電電動機7の出力軸の回転数 N_m と一致する。

10

【0051】

(4)では、トランスミッションクラッチ34が締結され、エンジン1の出力軸の回転数 N_e が時間の経過と共に増加すると、それに伴って、発電電動機7の出力軸の回転数 N_m 、トランスミッション33の入力軸の回転数 N_{tm} 、車軸の回転数 N_t が増加する。すなわち、3速に切り換わって、ホイールロード200は加速する。

【0052】

次に、速度段切換時にエンジン1を減速させるために回生エネルギーをどのように消費するかについて、いくつか具体例を挙げて説明する。なお、回生エネルギーの消費の制御は制御装置100の回生エネルギー消費制御部150により行われる。

20

【0053】

<油圧機器による回生エネルギーの消費>

図12は、トランスミッション33の変速時に生成される回生エネルギーを油圧回路により消費する例を示している。図12に示すように、エンジン1の動力は油圧ポンプ9及び各シリンダ12, 13, 14に伝達され、油圧作業部Aを駆動することで回生エネルギーは消費される。すなわち、油圧回路上での油圧駆動により動力が消費されることにより負荷を発生させてエンジン1が減速し、エンジン1の回転数をトランスミッション33の入力軸の回転数と一致させることができる。なお、油圧回路を駆動させて回生エネルギーを消費する例として、リフトアーム201やバケット20を作動させることのほかに、固定絞リ310を用いて負荷掛けを行ったり、リリース弁315を作動させたりして回生エネルギーを消費することができる。

30

【0054】

<熱抵抗器による回生エネルギーの消費>

図13は、トランスミッション33の変速時に生成される回生エネルギーを熱抵抗器26で消費する例を示している。図13に示すように、エンジン1の減速時に発生する回生エネルギーは、発電機5を経由して熱抵抗器26で消費される。すなわち、熱抵抗器26においてエンジン1の動力が熱に変換されることにより負荷を発生させて、エンジン1が減速する。これにより、エンジン1の回転数をトランスミッション33の入力軸の回転数と一致させることができる。

【0055】

<回生エネルギーの消費>

図14は、トランスミッション33の変速時に生成される発電機5の回生エネルギーを消費する例を示している。図14に示すように、エンジン1の動力は、発電電動機7を加速させることで車体の運動エネルギーとして消費される。すなわち、発電電動機7による加速がエンジン1の負荷となって、エンジン1は減速する。これにより、エンジン1の回転数をトランスミッション33の入力軸の回転数と一致させることができる。

40

【0056】

<3相短絡ブレーキによる回生エネルギーの消費>

図15は、トランスミッション33の変速時に生成される回生エネルギーを発電機5の3相短絡ブレーキにより消費する例を示している。図15に示すように、エンジン1の動力

50

は発電機 5 に伝達され、発電機 5 の 3 相短絡ブレーキによる銅損で消費している。すなわち、エンジン 1 は 3 相短絡ブレーキが負荷となって、減速する。これにより、エンジン 1 の回転数をトランスミッション 33 の入力軸の回転数と一致させることができる。

【 0 0 5 7 】

< 排気ブレーキによる回生エネルギーの消費 >

図 16 は、トランスミッション 33 の変速時に生成される回生エネルギーを排気装置 27 により消費する例を示している。図 16 に示すように、エンジン 1 の排気管路には排気装置 27 が設けられており、この排気装置 27 は、排気ガスの流量を絞るための絞り装置 27a を有している。この絞り装置 27a で排気ガスの流量を絞って排気ブレーキを作動させることにより、エンジン 1 は、排気装置 27 の排気抵抗が負荷となって、減速する。これにより、エンジン 1 の回転数をトランスミッション 33 の入力軸の回転数と一致させることができる。

10

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、本実施形態によれば、速度段切換時にモータ駆動モードに切り換えてエンジン 1 の回転数とトランスミッション 33 の入力軸とが一致するように調整した後、エンジン駆動モードに切り換える構成としたことにより、エンジン 1 の速度段切換時の振動を抑制でき、乗り心地が改善する。また、スムーズな速度段切換が可能となるため、エンストの防止を図ることができる。

【 0 0 5 9 】

また、速度段切換時に生じる回生エネルギーは、油圧回路、熱抵抗器 26、車体慣性、発電機 5 の 3 相短絡ブレーキ、排気装置 27 等により消費できるため、バッテリーを搭載していないホイールローダ 200 であっても、速度段切換時の振動を抑制できる。

20

【 0 0 6 0 】

特に、油圧回路により回生エネルギーを消費する場合（図 12）、例えばリフトアーム 201 を回生エネルギーにより昇降動作させるなど、掘削作業の一部として回生エネルギーを用いることで、エネルギーの有効利用を図ることができる。特にホイールローダでは、加速しながらリフトアーム 201 を上昇させ、ダンプトラックへ土砂を積載する積み込み作業を頻繁に行う。よって、ホイールローダ 200 では、変速時の回生エネルギーを油圧回路で消費する方法を採用するのが好ましいと言える。

【 0 0 6 1 】

30

なお、図 12 ~ 図 16 に示す各消費方法は、単独で用いるだけでなく、互いに組み合わせることもできる。例えば、回生エネルギーを油圧回路の駆動で消費しながら（図 12）、その他の消費方法を組み合わせることでエンジン 1 を減速するようにしても良い。この場合、回生エネルギー消費制御部 150（図 5 参照）により、各回転数センサ 41, 42, 43, 44 から入力される値、油圧作業部 A の作業状態、ホイールローダ 200 の走行速度などから、いずれかの消費方法を単独であるいは組み合わせることを決定すれば良い。

【 0 0 6 2 】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定するものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施形態は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定するものではない。シフトアップを例に挙げたが、シフトダウンに適用しても良い。但し、シフトダウン時においては、エンジン回転数を減少させる制御ではなく、増加させる制御が必要となる。この場合、エンジン制御しているコントローラに対し回転数を増加させる指令信号を出力することにより実現できる。さらに、シフトダウン時であれば、オペレータは減速したい意思をもっている場合が大半であるため、モータは回生していることが期待できる。この場合、発電機 5 は力行運転することが可能なため、より短時間でエンジン回転数を増加することが可能となる。

40

【 0 0 6 3 】

また、本発明は、上述した実施形態では、熱抵抗器 26 を例に挙げて説明したが、この熱抵抗器 26 を蓄電装置に変えることも可能であり、技術思想として排除されるものでは

50

ない。

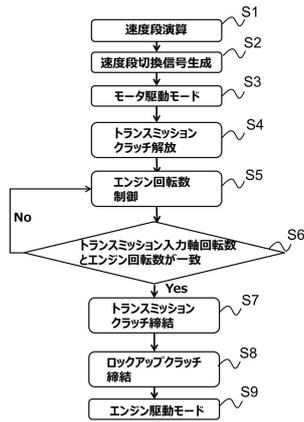
【符号の説明】

【0064】

1	エンジン	
5	発電機	
6	インバータ	
7	発電電動機	
8	インバータ	
9	油圧ポンプ	
11	コントロールバルブ	10
12	ステアリングシリンダ	
13	リフトアームシリンダ	
14	バケットシリンダ	
18	(18a, 18b, 18c, 18d)	車輪
20	バケット	
25	チョッパ	
26	熱抵抗器	
27	排気装置	
27a	絞り装置	
31	ギヤボックス	20
32	ロックアップクラッチ	
33	トランスミッション	
34	トランスミッションクラッチ	
41, 42, 43, 44	回転数センサ	
100	制御装置	
200	ホイールローダ	
201	リフトアーム	

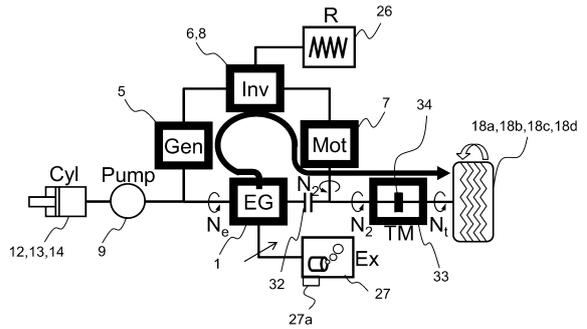
【図6】

図6



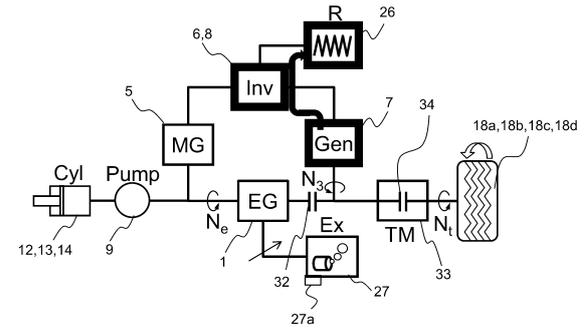
【図7】

図7



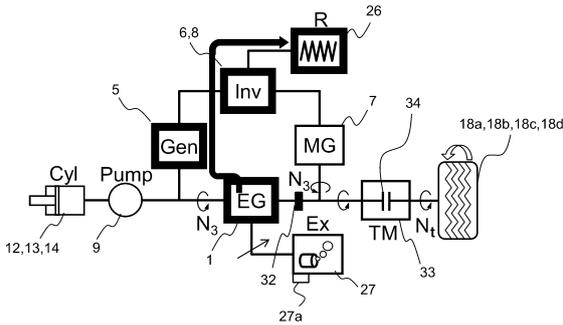
【図8】

図8



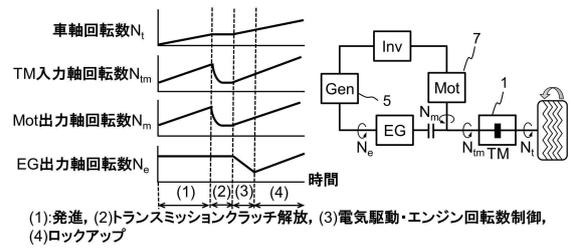
【図9】

図9



【図11】

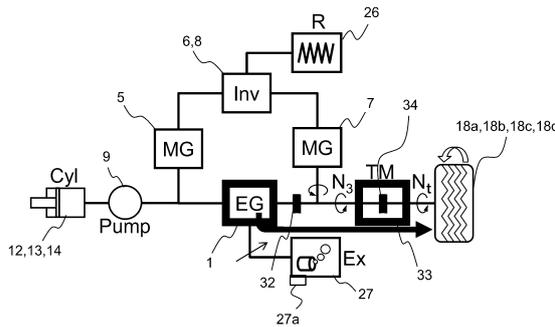
図11



(1)発進, (2)トランスミッションクラッチ解放, (3)電気駆動・エンジン回転数制御, (4)ロックアップ

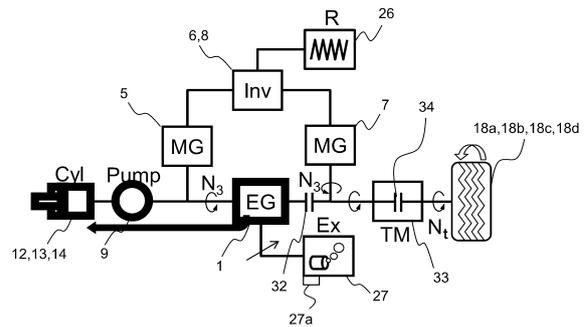
【図10】

図10



【図12】

図12



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
B 6 0 W	10/06	(2006.01)	B 6 0 W	10/06	9 0 0
B 6 0 W	10/08	(2006.01)	B 6 0 W	10/08	9 0 0
B 6 0 W	10/30	(2006.01)	B 6 0 W	10/30	9 0 0
B 6 0 W	20/30	(2016.01)	B 6 0 W	20/30	
B 6 0 W	20/40	(2016.01)	B 6 0 W	20/40	
E 0 2 F	9/22	(2006.01)	E 0 2 F	9/22	Z H V H
F 1 6 H	59/70	(2006.01)	F 1 6 H	59/70	
F 1 6 H	59/74	(2006.01)	F 1 6 H	59/74	
F 1 6 H	61/04	(2006.01)	F 1 6 H	61/04	
F 1 6 H	63/46	(2006.01)	F 1 6 H	63/46	
F 1 6 H	63/50	(2006.01)	F 1 6 H	63/50	

- (72)発明者 伊藤 徳孝
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 大木 孝利
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 徳田 勝彦
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 國友 裕一
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 富永 達朗

- (56)参考文献 国際公開第2014/141955(WO, A1)
国際公開第2013/094409(WO, A1)
特開2008-201391(JP, A)
特開2000-291451(JP, A)
特開2017-052422(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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