

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6364194号  
(P6364194)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl. F 1  
E O 2 F 9/20 (2006.01) E O 2 F 9/20 Q

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-14215 (P2014-14215)	(73) 特許権者	000001236 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂二丁目3番6号
(22) 出願日	平成26年1月29日(2014.1.29)	(74) 代理人	110000202 新樹グローバル・アイピー特許業務法人
(65) 公開番号	特開2015-140579 (P2015-140579A)	(72) 発明者	吉澤 正雄 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 開発本部内
(43) 公開日	平成27年8月3日(2015.8.3)	(72) 発明者	宮本 俊輔 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 開発本部内
審査請求日	平成28年12月2日(2016.12.2)	(72) 発明者	岸本 泰樹 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 開発本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業車両及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンと、  
前記エンジンによって駆動される油圧ポンプと、  
前記油圧ポンプから吐出された作動油によって駆動される作業機と、  
電動モータおよびジェネレータを有する動力伝達装置と、  
前記動力伝達装置から出力される駆動力によって車両を走行させる走行装置と、  
アクセル操作部材と、  
前記作業機を操作するための作業機操作部材と、  
前記動力伝達装置を制御する制御部と、  
を備え、  
前記制御部は、

前記アクセル操作部材の操作量に基づいて前記走行装置での目標牽引力である要求牽引力を決定し、前記要求牽引力に基づいてトランスミッション要求馬力を決定するトランスミッション要求決定部と、

車両の牽引力が前記要求牽引力となるような前記電動モータの出力トルクと、前記エンジンから前記動力伝達装置へ入力する馬力が前記トランスミッション要求馬力となるような前記ジェネレータへの入力トルクとを決定する指令トルク決定部と、

前記トランスミッション要求馬力と、前記作業機操作部材の操作量に基づいて決定される作業機要求馬力と、に基づいて、エンジン要求馬力を決定するエンジン要求決定部と

前記エンジン要求馬力に基づいて前記エンジンへの指令スロットル値を決定する要求スロットル決定部と、

前記作業機に負荷があるときには、前記要求牽引力を前記アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減する牽引力制限部と、

を有する、  
作業車両。

【請求項 2】

前記牽引力制限部は、前記作業機に負荷があるときには、前記アクセル操作部材の操作量を実際の操作量よりも小さい値に補正し、

前記トランスミッション要求決定部は、前記アクセル操作部材の補正された操作量に基づいて前記要求牽引力を決定する、  
請求項 1 に記載の作業車両。

【請求項 3】

前記牽引力制限部は、前記油圧ポンプの吐出圧が所定の閾値より大きいときに、前記要求牽引力を前記アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減する、  
請求項 1 又は 2 に記載の作業車両。

【請求項 4】

前記牽引力制限部は、前記油圧ポンプの吐出圧に応じて前記要求牽引力を低減する、  
請求項 1 から 3 のいずれかに記載の作業車両。

【請求項 5】

前記動力伝達装置は、入力軸と出力軸とをさらに有し、前記エンジンからの駆動力を前記走行装置に伝達し、

前記動力伝達装置は、前記電動モータの回転速度を変化させることによって、前記入力軸に対する前記出力軸の回転速度比を変化させるように構成されている、  
請求項 1 から 4 のいずれかに記載の作業車両。

【請求項 6】

エンジンと、前記エンジンによって駆動される油圧ポンプと、前記油圧ポンプから吐出された作動油によって駆動される作業機と、電動モータおよびジェネレータを有する動力伝達装置と、前記動力伝達装置から出力される駆動力によって車両を走行させる走行装置と、アクセル操作部材と、前記作業機を操作するための作業機操作部材と、を備える作業車両の制御方法であって、

前記アクセル操作部材の操作量に基づいて前記走行装置での目標牽引力である要求牽引力を決定するステップと、

前記要求牽引力に基づいてトランスミッション要求馬力を決定するステップと、  
車両の牽引力が前記要求牽引力となるような前記電動モータの出力トルクを決定するステップと、

前記エンジンから前記動力伝達装置へ入力する馬力が前記トランスミッション要求馬力となるような前記ジェネレータへの入力トルクを決定するステップと、

前記トランスミッション要求馬力と、前記作業機操作部材の操作量に基づいて決定される作業機要求馬力と、に基づいて、エンジン要求馬力を決定するステップと、

前記エンジン要求馬力に基づいて前記エンジンへの指令スロットル値を決定するステップと、

前記作業機に負荷があるときには、前記要求牽引力を前記アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減するステップと、

を備える作業車両の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業車両及びその制御方法に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

作業車両においては、走行と作業機による作業とを同時に行う場合がある。この場合、車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることが重要である。例えば、前進走行して土砂を掘削しながらバケットに積み込むと共に、リフトアームを駆動してバケットを上昇させる作業が行われることがある。このような作業では、牽引力がリフトアームのリフト力への反力として作用する。従って、牽引力が大きくなり、バケットを押し込む力が大きくなり過ぎると、バケットを持ち上げ難くなってしまふ。このように、掘削作業中に牽引力が大きくなり過ぎると、作業機への負荷が過大となる。この場合、作業が行い難くなる、或いは、燃費が低下するなどの問題が生じる。

10

## 【0003】

そこで、特許文献1に開示されている作業車両においては、エンジンへの指令スロットルの上限値を制限することで、牽引力を低減させている。すなわち、牽引力が低減するようにエンジンを制御することで、作業機への負荷が過大となることを防止している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開平2007 - 182859号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

20

## 【0005】

本願の発明者は、電動モータを有する動力伝達装置を備えるハイブリッド型の作業車両を考案した。当該ハイブリッド型の作業車両では、アクセル操作部材の操作量に応じて要求牽引力を決定する。そして、車両の牽引力が要求牽引力となるように、電動モータの出力トルクが制御される。これにより、オペレータは、アクセル操作部材を操作することによって、所望の牽引力を得ることができる。

## 【0006】

しかし、このようなハイブリッド型の作業車両においては、上述したようなエンジンの制御では、車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることは困難である。すなわち、ハイブリッド型の作業車両では、車両の牽引力は、電動モータの出力トルクによって定まる。従って、エンジンへの指令スロットルを低減させても、電動モータの出力トルクが低下しなければ、牽引力は必ずしも低下しない。また、ハイブリッド型の作業車両では、オペレータがアクセル操作部材の操作量を減らすことで、牽引力を低減させることができるが、作業機の操作とアクセル操作部材の操作とを調和させる操作が必要となり、容易ではない。

30

## 【0007】

本発明の課題は、容易な操作で車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることができる作業車両及びその制御方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

40

本発明の一態様に係る作業車両は、エンジンと、油圧ポンプと、作業機と、動力伝達装置と、走行装置と、アクセル操作部材と、制御部と、を備える。油圧ポンプは、エンジンによって駆動される。作業機は、油圧ポンプから吐出された作動油によって駆動される。動力伝達装置は、電動モータを有する。走行装置は、動力伝達装置から出力される駆動力によって車両を走行させる。制御部は、動力伝達装置を制御する。制御部は、トランスミッション要求決定部と、指令トルク決定部と、牽引力制限部とを有する。トランスミッション要求決定部は、アクセル操作部材の操作量に基づいて要求牽引力を決定する。要求牽引力は、走行装置での目標牽引力である。指令トルク決定部は、車両の牽引力が要求牽引力となるように電動モータの出力トルクを決定する。牽引力制限部は、車両が掘削中であるときには、要求牽引力をアクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減する。

50

## 【0009】

本態様に係る作業車両では、掘削中には、要求牽引力が、アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減される。そして、低減された要求牽引力に応じて、電動モータの出力トルクが決定される。これにより、車両の牽引力が、アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減され、作業機への負荷が過度に大きくなることが抑えられる。このため、本態様に係る作業車両では、容易な操作で車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることができる。

## 【0010】

好ましくは、牽引力制限部は、車両が掘削中であるときには、アクセル操作部材の操作量を実際の操作量よりも小さい値に補正する。トランスミッション要求決定部は、アクセル操作部材の補正された操作量に基づいて要求牽引力を決定する。この場合、牽引力制限部は、アクセル操作部材の操作量を補正することで、車両の牽引力を低減する。このため、簡易な制御で車両の牽引力を低減することができる。

10

## 【0011】

好ましくは、牽引力制限部は、車両が掘削中であり、且つ、油圧ポンプの吐出圧が所定の閾値より大きいときに、要求牽引力をアクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減する。油圧ポンプの吐出圧は、作業機にかかっている負荷の大きさに応じて変動する。従って、油圧ポンプの吐出圧が所定の閾値より大きいときに、要求牽引力を低減することで、作業機に大きな負荷がかかっている場合に、牽引力を低減させることができる。これにより、車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをより適切にとることができる。

20

## 【0012】

好ましくは、牽引力制限部は、油圧ポンプの吐出圧に応じて要求牽引力を低減する。この場合、作業機への負荷の大きさに応じて牽引力を調整することができる。

## 【0013】

好ましくは、作業車両は、作業機を操作するための作業機操作部材をさらに備える。制御部は、エンジン要求決定部と、要求スロットル決定部と、をさらに有する。エンジン要求決定部は、エンジン要求馬力を決定する。要求スロットル決定部は、エンジン要求馬力に基づいてエンジンへの指令スロットル値を決定する。エンジン要求決定部は、要求牽引力に基づいて決定されるトランスミッション要求馬力と、作業機操作部材の操作量に基づいて決定される作業機要求馬力と、に基づいて、エンジン要求馬力を決定する。

30

## 【0014】

この場合、牽引力制限部が要求牽引力を低減させても、作業機要求馬力を得るために必要な値に、エンジン要求馬力が決定される。従って、牽引力制限部が要求牽引力を低減させても、必要な作業機要求馬力を確保することができる。例えば、従来の作業車両のようにエンジンへの指令スロットルを制限することで牽引力を低減させる場合には、エンジン回転速度が低下することで、油圧ポンプの駆動力も低下する。このため、必要な作業機要求馬力を確保することが困難である。このような従来の作業車両と比べて、本態様に係る作業車両では、必要な作業機要求馬力を容易に確保することができる。

## 【0015】

好ましくは、動力伝達装置は、入力軸と出力軸とをさらに有し、エンジンからの駆動力を走行装置に伝達する。動力伝達装置は、電動モータの回転速度を変化させることによって、入力軸に対する出力軸の回転速度比を変化させるように構成されている。

40

## 【0016】

本発明の他の態様に係る制御方法は、作業車両の制御方法である。作業車両は、エンジンと、油圧ポンプと、作業機と、動力伝達装置と、走行装置と、アクセル操作部材と、を備える。油圧ポンプは、エンジンによって駆動される。作業機は、油圧ポンプから吐出された作動油によって駆動される。動力伝達装置は、電動モータを有する。走行装置は、動力伝達装置から出力される駆動力によって車両を走行させる。本態様に係る制御方法は、第1から第3ステップを備える。第1ステップでは、アクセル操作部材の操作量に基づいて走行装置での目標牽引力である要求牽引力を決定する。第2ステップでは、車両の牽引力

50

が要求牽引力となるように電動モータの出力トルクを決定する。第3ステップでは、車両が掘削中であるときには、要求牽引力をアクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減する。

【0017】

本態様に係る作業車両の制御方法では、掘削中には、要求牽引力が、アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減される。そして、低減された要求牽引力に応じて、電動モータの出力トルクが決定される。これにより、車両の牽引力が、アクセル操作部材の操作量に応じた値よりも低減され、作業機への負荷が過度に大きくなることが抑えられる。このため、本態様に係る作業車両の制御方法では、容易な操作で車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることができる。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、容易な操作で車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることができる作業車両及びその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施形態に係る作業車両の側面図である。

【図2】作業車両の構成を示す模式図である。

【図3】動力伝達装置の構成を示す模式図である。

【図4】車速に対する第1モータ及び第2モータの回転速度の変化を示す図である。

20

【図5】モータへの指令トルクの決定処理を示すブロック図である。

【図6】トランスミッション要求決定部による処理を示すブロック図である。

【図7】要求スロットル決定部による処理を示すブロック図である。

【図8】牽引力制限部による処理を示すブロック図である。

【図9】掘削時アクセル補正情報を示す表である。

【図10】変形例に係る動力伝達装置を示す模式図である。

【図11】他の実施形態に係る牽引力制限部による処理を示すブロック図である。

【図12】インチャング時アクセル補正情報を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

30

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の実施形態に係る作業車両1の側面図である。図1に示すように、作業車両1は、車体フレーム2と、作業機3と、走行輪4、5と、運転室6とを備えている。作業車両1は、ホイールローダであり、走行輪4、5が回転駆動されることにより走行する。作業車両1は、作業機3を用いて掘削等の作業を行うことができる。

【0021】

車体フレーム2には、作業機3および走行輪4、5が取り付けられている。作業機3は、後述する作業機ポンプ23（図2参照）からの作動油によって駆動される。作業機3は、ブーム11とバケット12とを有する。ブーム11は、車体フレーム2に装着されている。作業機3は、リフトシリンダ13とバケットシリンダ14とを有している。リフトシリンダ13とバケットシリンダ14とは、油圧シリンダである。リフトシリンダ13の一端は車体フレーム2に取り付けられている。リフトシリンダ13の他端はブーム11に取り付けられている。リフトシリンダ13が作業機ポンプ23からの作動油によって伸縮することによって、ブーム11が上下に回転する。バケット12は、ブーム11の先端に取り付けられている。バケットシリンダ14の一端は車体フレーム2に取り付けられている。バケットシリンダ14の他端はベルクランク15を介してバケット12に取り付けられている。バケットシリンダ14が、作業機ポンプ23からの作動油によって伸縮することによって、バケット12が上下に回転する。

40

【0022】

車体フレーム2には、運転室6が取り付けられている。運転室6は、車体フレーム2上に載置されている。運転室6内には、オペレータが着座するシートや、後述する操作装置など

50

が配置されている。車体フレーム2は、前フレーム16と後フレーム17とを有する。前フレーム16と後フレーム17とは互いに左右方向に回動可能に取り付けられている。

【0023】

作業車両1は、ステアリングシリンダ18を有している。ステアリングシリンダ18は、前フレーム16と後フレーム17とに取り付けられている。ステアリングシリンダ18は、油圧シリンダである。ステアリングシリンダ18が、後述するステアリングポンプ30からの作動油によって伸縮することによって、作業車両1の進行方向が左右に変更される。

【0024】

図2は、作業車両1の構成を示す模式図である。図2に示すように、作業車両1は、エンジン21、動力取り出し装置22（以下、「PT022」と呼ぶ）、動力伝達装置24、走行装置25、操作装置26、制御部27などを備えている。

10

【0025】

エンジン21は、例えばディーゼルエンジンである。エンジン21の出力は、エンジン21のシリンダ内に噴射する燃料量を調整することにより制御される。燃料量の調整は、エンジン21に取り付けられた燃料噴射装置28を制御部27が制御することで行われる。作業車両1は、エンジン回転速度検出部31を備えている。エンジン回転速度検出部31は、エンジン回転速度を検出し、エンジン回転速度を示す検出信号を制御部27へ送る。

【0026】

作業車両1は、作業機ポンプ23と、ステアリングポンプ30と、トランスミッションポンプ29とを有する。作業機ポンプ23と、ステアリングポンプ30と、トランスミッションポンプ29とは、油圧ポンプである。PT022（Power Take Off）は、これらの油圧ポンプ23, 30, 29に、エンジン21からの駆動力の一部を伝達する。すなわち、PT022は、これらの油圧ポンプ23, 30, 29と、動力伝達装置24とにエンジン21からの駆動力を分配する。

20

【0027】

作業機ポンプ23は、エンジン21からの駆動力によって駆動される。作業機ポンプ23から吐出された作動油は、作業機制御弁41を介して、上述したリフトシリンダ13とバケットシリンダ14とに供給される。作業車両1は、作業機ポンプ圧検出部32を備えている。作業機ポンプ圧検出部32は、作業機ポンプ23からの作動油の吐出圧（以下、「作業機ポンプ圧」と呼ぶ）を検出し、作業機ポンプ圧を示す検出信号を制御部27へ送る。

【0028】

作業機ポンプ23は、可変容量型の油圧ポンプである。作業機ポンプ23の斜板或いは斜軸の傾転角が変更されることにより、作業機ポンプ23の吐出容量が変更される。作業機ポンプ23には、第1容量制御装置42が接続されている。第1容量制御装置42は、制御部27によって制御され、作業機ポンプ23の傾転角を変更する。これにより、作業機ポンプ23の吐出容量が制御部27によって制御される。作業車両1は、第1傾転角検出部33を備えている。第1傾転角検出部33は、作業機ポンプ23の傾転角を検出し、傾転角を示す検出信号を制御部27へ送る。

30

【0029】

なお、第1容量制御装置42は、ロードセンシング弁（以下、「LS弁」と呼ぶ）を有している。LS弁は、作業機ポンプ23の吐出圧と、作業機制御弁41の出口油圧との差圧が所定の値となるように、作業機ポンプ23の吐出容量を制御する。詳細には、リフトシリンダ13への出口油圧と、バケットシリンダ14への出口油圧とのうち最大出口油圧がLS弁に入力される。LS弁は、作業機ポンプ23の吐出圧と最大出口油圧との差圧が所定の値となるように、作業機ポンプ23の吐出容量を制御する。

40

【0030】

ステアリングポンプ30は、エンジン21からの駆動力によって駆動される。ステアリングポンプ30から吐出された作動油は、ステアリング制御弁43を介して、上述したステアリングシリンダ18に供給される。作業車両1は、ステアリングポンプ圧検出部34を備えている。ステアリングポンプ圧検出部34は、ステアリングポンプ30からの作動油の吐出圧（以下、「ステアリングポンプ圧」と呼ぶ）を検出し、ステアリングポンプ圧を示す検出信号を

50

制御部27へ送る。

【0031】

ステアリングポンプ30は、可変容量型の油圧ポンプである。ステアリングポンプ30の斜板或いは斜軸の傾転角が変更されることにより、ステアリングポンプ30の吐出容量が変更される。ステアリングポンプ30には、第2容量制御装置44が接続されている。第2容量制御装置44は、制御部27によって制御され、ステアリングポンプ30の傾転角を変更する。これにより、ステアリングポンプ30の吐出容量が制御部27によって制御される。作業車両1は、第2傾転角検出部35を備えている。第2傾転角検出部35は、ステアリングポンプ30の傾転角を検出し、傾転角を示す検出信号を制御部27へ送る。

【0032】

トランスミッションポンプ29は、エンジン21からの駆動力によって駆動される。トランスミッションポンプ29は、固定容量型の油圧ポンプである。トランスミッションポンプ29から吐出された作動油は、後述するクラッチ制御弁VF、VR、VL、VHを介して動力伝達装置24のクラッチCF、CR、CL、CHに供給される。

【0033】

PT022は、エンジン21からの駆動力の一部を動力伝達装置24に伝達する。動力伝達装置24は、エンジン21からの駆動力を走行装置25に伝達する。動力伝達装置24は、エンジン21からの駆動力を変速して出力する。動力伝達装置24の構成については後に詳細に説明する。

【0034】

走行装置25は、アクスル45と、走行輪4、5とを有する。アクスル45は、動力伝達装置24からの駆動力を走行輪4、5に伝達する。これにより、走行輪4、5が回転する。作業車両1は、車速検出部37を備えている。車速検出部37は、動力伝達装置24の出力軸63の回転速度（以下、「出力回転速度」と呼ぶ）を検出する。出力回転速度は車速に対応しているため、車速検出部37は、出力回転速度を検出することで車速を検出する。また、車速検出部37は、出力軸63の回転方向を検出する。出力軸63の回転方向は、作業車両1の進行方向に対応しているため、車速検出部37は、出力軸63の回転方向を検出することで作業車両1の進行方向を検出する進行方向検出部として機能する。車速検出部37は、出力回転速度及び回転方向を示す検出信号を制御部27に送る。

【0035】

操作装置26は、オペレータによって操作される。操作装置26は、アクセル操作装置51と、作業機操作装置52と、変速操作装置53と、前後進操作装置54（以下、「FR操作装置54」と）と、ステアリング操作装置57と、ブレーキ操作装置58と、を有する。

【0036】

アクセル操作装置51は、アクセル操作部材51aと、アクセル操作検出部51bとを有する。アクセル操作部材51aは、エンジン21の目標回転速度を設定するために操作される。アクセル操作部材51aが操作されることにより、エンジン21の回転速度が変更される。アクセル操作検出部51bは、アクセル操作部材51aの操作量（以下、「アクセル操作量」と呼ぶ）を検出する。例えば、アクセル操作量は、最小値を0、最大値を100とする百分率で示される。アクセル操作検出部51bは、アクセル操作量を示す検出信号を制御部27へ送る。

【0037】

作業機操作装置52は、作業機操作部材52aと作業機操作検出部52bとを有する。作業機操作部材52aは、作業機3を動作させるために操作される。作業機操作検出部52bは、作業機操作部材52aの位置を検出する。作業機操作検出部52bは、作業機操作部材52aの位置を示す検出信号を制御部27に出力する。作業機操作検出部52bは、作業機操作部材52aの位置を検出することで、作業機操作部材52aの操作量（以下、「作業機操作量」と呼ぶ）を検出する。

【0038】

変速操作装置53は、変速操作部材53aと変速操作検出部53bとを有する。オペレータは、変速操作部材53aを操作することにより、動力伝達装置24の速度範囲を選択することがで

10

20

30

40

50

きる。変速操作検出部53bは、変速操作部材53aの位置を検出する。変速操作部材53aの位置は、例えば1速及び2速など複数の速度範囲に対応している。変速操作検出部53bは、変速操作部材53aの位置を示す検出信号を制御部27に出力する。

【0039】

FR操作装置54は、前後進操作部材54a(以下、「FR操作部材54a」と)と、前後進位置検出部54b(以下、「FR位置検出部54b」と)とを有する。オペレータは、FR操作部材54aを操作することにより、作業車両1の前進と後進とを切り換えることができる。FR操作部材54aは、前進位置(F)と中立位置(N)と後進位置(R)とに選択的に切り換えられる。FR位置検出部54bは、FR操作部材54aの位置を検出する。FR位置検出部54bは、FR操作部材54aの位置を示す検出信号を制御部27に出力する。

10

【0040】

ステアリング操作装置57は、ステアリング操作部材57aを有する。ステアリング操作装置57は、ステアリング操作部材57aの操作に基づきパイロット油圧をステアリング制御弁43に供給することにより、ステアリング制御弁43を駆動する。なお、ステアリング操作部材57はステアリング操作部材57aの操作を電気信号に変換してステアリング制御弁43を駆動してもよい。オペレータは、ステアリング操作部材57aを操作することにより、作業車両1の進行方向を左右に変更することができる。

【0041】

ブレーキ操作装置58は、ブレーキ操作部材58aとブレーキ操作検出部58bとを有する。オペレータは、ブレーキ操作部材58aを操作することにより、作業車両1の制動力を操作することができる。ブレーキ操作検出部58bは、ブレーキ操作部材58aの操作量(以下、「ブレーキ操作量」と呼ぶ)を検出する。ブレーキ操作検出部58bは、ブレーキ操作量を示す検出信号を制御部27に出力する。なお、ブレーキ操作量として、ブレーキオイルの圧力が用いられてもよい。

20

【0042】

作業車両1は、ブーム位置検出部61を有する。ブーム位置検出部61は、ブーム11の位置を検出する。例えば、ブーム位置検出部61は、ブーム11の角度を検出することでブーム11の位置を検出する。ブーム位置検出部61は、ブーム11の角度を直接的に検出するセンサであってもよい。或いは、ブーム位置検出部61は、リフトシリンダ13のストローク量を検出することで、ブーム11の角度を検出してもよい。ブーム位置検出部61は、ブーム11の位置を示す検出信号を制御部27に出力する。

30

【0043】

作業車両1は、ブーム圧検出部63を有する。ブーム圧検出部63は、リフトシリンダ13のボトム圧を検出する。リフトシリンダ13のボトム圧は、リフトシリンダ13に対向する側のボトム側の油室内の作動油の圧力である。リフトシリンダ13が伸長するときには、リフトシリンダ13のボトム側の油室に作動油が供給される。リフトシリンダ13が収縮するときには、リフトシリンダ13のボトム側の油室から作動油が排出される。なお、ブーム11が保持状態であるときには、ブーム11を保持するための負荷に応じた油圧がリフトシリンダ13のボトム側の油室に作用する。ブーム圧検出部63は、リフトシリンダ13のボトム圧を示す検出信号を制御部27に出力する。

40

【0044】

制御部27は、CPUなどの演算装置と、RAM及びROMなどのメモリとを有しており、作業車両1を制御するための処理を行う。また、制御部は、記憶部56を有する。記憶部56は、作業車両1を制御するためのプログラム及びデータを記憶している。また、制御部27は、指令スロットル値を示す指令信号を燃料噴射装置28に送ることで、エンジン21を制御する。制御部27によるエンジン21の制御については後に詳細に説明する。

【0045】

制御部27は、作業機操作検出部52bからの検出信号に基づいて作業機制御弁41を制御することにより、油圧シリンダ13, 14に供給される油圧を制御する。これにより、油圧シリンダ13, 14が伸縮して、作業機3が動作する。

50

## 【 0 0 4 6 】

また、制御部27は、各検出部からの検出信号に基づいて、動力伝達装置24を制御する。制御部27による動力伝達装置24の制御については後に詳細に説明する。

## 【 0 0 4 7 】

次に、動力伝達装置24の構成について詳細に説明する。図3は、動力伝達装置24の構成を示す模式図である。図3に示すように、動力伝達装置24は、入力軸61と、歯車機構62と、出力軸63と、第1モータMG1と、第2モータMG2と、キャパシタ64と、を備えている。入力軸61は、上述したPT022に接続されている。入力軸61には、PT022を介してエンジン21からの回転が入力される。歯車機構62は、入力軸61の回転を出力軸63に伝達する。出力軸63は、上述した走行装置25に接続されており、歯車機構62からの回転を上述した走行装置25に伝達する。

10

## 【 0 0 4 8 】

歯車機構62は、エンジン21からの駆動力を伝達する機構である。歯車機構は、モータMG1、MG2の回転速度の変化に応じて、入力軸61に対する出力軸63の回転速度比を変化させるように構成されている。歯車機構62は、FR切換機構65と、変速機構66と、を有する。

## 【 0 0 4 9 】

FR切換機構65は、前進用クラッチCF（以下、「FクラッチCF」と呼ぶ）と、後進用クラッチCR（以下、「RクラッチCR」と呼ぶ）と、図示しない各種のギアとを有している。FクラッチCFとRクラッチCRとは、油圧式クラッチであり、各クラッチCF、CRには、トランスミッションポンプ29からの作動油が供給される。FクラッチCFへの作動油は、Fクラッチ制御弁VFによって制御される。RクラッチCRへの作動油は、Rクラッチ制御弁VRによって制御される。各クラッチ制御弁CF、CRは、制御部27からの指令信号によって制御される。

20

## 【 0 0 5 0 】

FクラッチCFの接続/切断とRクラッチCRの接続/切断とが切り換えられることによって、FR切換機構65から出力される回転の方向が切り換えられる。詳細には、車両の前進時には、FクラッチCFが接続され、RクラッチCRが切断される。車両の後進時には、FクラッチCFが切断され、RクラッチCRが接続される。

## 【 0 0 5 1 】

変速機構66は、伝達軸67と、第1遊星歯車機構68と、第2遊星歯車機構69と、Hi/Lo切替機構70と、出力ギア71と、を有している。伝達軸67は、FR切換機構65に連結されている。第1遊星歯車機構68及び第2遊星歯車機構69は、伝達軸67と同軸上に配置されている。

30

## 【 0 0 5 2 】

第1遊星歯車機構68は、第1サンギアS1と、複数の第1遊星ギアP1と、複数の第1遊星ギアP1を支持する第1キャリアC1と、第1リングギアR1とを有している。第1サンギアS1は、伝達軸67に連結されている。複数の第1遊星ギアP1は、第1サンギアS1と噛み合い、第1キャリアC1に回転可能に支持されている。第1キャリアC1の外周部には、第1キャリアギアGc1が設けられている。第1リングギアR1は、複数の遊星ギアP1に噛み合うとともに回転可能である。また、第1リングギアR1の外周には、第1リング外周ギアGr1が設けられている。

## 【 0 0 5 3 】

第2遊星歯車機構69は、第2サンギアS2と、複数の第2遊星ギアP2と、複数の第2遊星ギアP2を支持する第2キャリアC2と、第2リングギアR2とを有している。第2サンギアS2は第1キャリアC1に連結されている。複数の第2遊星ギアP2は、第2サンギアS2と噛み合い、第2キャリアC2に回転可能に支持されている。第2リングギアR2は、複数の遊星ギアP2に噛み合うとともに回転可能である。第2リングギアR2の外周には、第2リング外周ギアGr2が設けられている。第2リング外周ギアGr2は出力ギア71に噛み合っており、第2リングギアR2の回転は出力ギア71を介して出力軸63に出力される。

40

## 【 0 0 5 4 】

Hi/Lo切替機構70は、動力伝達装置24における駆動力伝達経路を、車速が高い高速モード（Hiモード）と車速が低い低速モード（Loモード）で切り替えるための機構である。このHi/Lo切替機構70は、Hiモード時に接続されるHクラッチCHと、Loモード時に接続され

50

るLクラッチCLとを有している。HクラッチCHは、第1リングギアR1と第2キャリアC2とを接続又は切断する。また、LクラッチCLは、第2キャリアC2と固定端72とを接続又は切断し、第2キャリアC2の回転を禁止又は許容する。

【0055】

なお、各クラッチCH, CLは油圧式クラッチであり、各クラッチCH, CLには、それぞれトランスミッションポンプ29からの作動油が供給される。HクラッチCHへの作動油は、Hクラッチ制御弁VHによって制御される。LクラッチCLへの作動油は、Lクラッチ制御弁VLによって制御される。各クラッチ制御弁VH, VLは制御部27からの指令信号によって制御される。

【0056】

第1モータMG1及び第2モータMG2は、電気エネルギーによって駆動力を発生させる駆動モータとして機能する。また、第1モータMG1及び第2モータMG2は、入力される駆動力を用いて電気エネルギーを発生させるジェネレータとしても機能する。第1モータMG1に回転方向と逆方向のトルクが作用するように制御部27から指令信号が与えられた場合は、第1モータMG1はジェネレータとして機能する。第1モータMG1の出力軸には第1モータギアGm1が固定されており、第1モータギアGm1は第1キャリアギアGc1に噛み合っている。また、第1モータMG1には第1インバータI1が接続されており、この第1インバータI1に、第1モータMG1のモータトルクを制御するための指令信号が制御部27から与えられる。

【0057】

第2モータMG2は、第1モータMG1と同様の構成である。第2モータMG2の出力軸には第2モータギアGm2が固定されており、第2モータギアGm2は第1リング外周ギアGr1に噛み合っている。また、第2モータMG2には第2インバータI2が接続されており、この第2インバータI2に、第2モータMG2のモータトルクを制御するための指令信号が制御部27から与えられる。

【0058】

キャパシタ64は、モータMG1, MG2で発生するエネルギーを蓄えるエネルギー貯留部として機能する。すなわち、キャパシタ64は、各モータMG1, MG2の合計発電量が多いときに、各モータMG1, MG2で発電された電力を蓄電する。また、キャパシタ64は、各モータMG1, MG2の合計電力消費量が多いときに、電力を放電する。すなわち、各モータMG1, MG2は、キャパシタ64に蓄えられた電力によって駆動される。或いは、キャパシタ64に蓄えられた電力によって、各モータMG1, MG2を駆動することもできる。なお、キャパシタに代えてバッテリーが用いられてもよい。

【0059】

制御部27は、各種の検出部からの検出信号を受けて、モータMG1, MG2への指令トルクを示す指令信号を各インバータI1, I2に与える。なお、制御部27は、モータMG1, MG2の回転速度指令を出力してもよい。この場合、インバータI1, I2が回転速度指令に応じた指令トルクを計算して、モータMG1, MG2を制御する。また、制御部27は、各クラッチCF, CR, CH, CLのクラッチ油圧を制御するための指令信号を各クラッチ制御弁VF, VR, VH, VLに与える。これにより、動力伝達装置24の変速比及び出力トルクが制御される。以下、動力伝達装置24の動作について説明する。

【0060】

ここでは、エンジン21の回転速度を一定に保ったまま車速が0から前進側に加速する場合における動力伝達装置24の概略動作を、図4を用いて説明する。図4は、車速に対する各モータMG1, MG2の回転速度を示したものである。エンジン21の回転速度が一定である場合には、車速は、動力伝達装置24の回転速度比に応じて変化する。回転速度比は、入力軸61の回転速度に対する出力軸63の回転速度の比である。従って、図4において車速の変化は、動力伝達装置24の回転速度比の変化に一致する。すなわち、図4は、各モータMG1, MG2の回転速度と動力伝達装置24の回転速度比との関係を示している。図4において、実線が第1モータMG1の回転速度、破線が第2モータMG2の回転速度を示している。

【0061】

車速が0以上V1以下の領域では、LクラッチCLが接続され、HクラッチCHが切断される（Loモード）。このLoモードでは、HクラッチCHが切断されているので、第2キャリアC2と第1

10

20

30

40

50

リングギアR1とが切断される。また、LクラッチCLが接続されるので、第2キャリアC2が固定される。

【0062】

Loモードにおいては、エンジン21からの駆動力は、伝達軸67を介して第1サンギアS1に入力され、この駆動力は第1キャリアC1から第2サンギアS2に出力される。一方、第1サンギアS1に入力された駆動力は第1遊星ギアP1から第1リングギアR1に伝達され、第1リング外周ギアGr1及び第2モータギアGm2を介して第2モータMG2に出力される。第2モータMG2は、Loモードにおいては、主としてジェネレータとして機能しており、第2モータMG2によって発電された電力の一部は、キャパシタ64に蓄電される。また、第2モータMG2によって発電された電力の一部は、第1モータMG1の駆動に消費される。

10

【0063】

また、Loモードにおいては、第1モータMG1は、主として電動モータとして機能する。第1モータMG1の駆動力は、第1モータギアGm1 第1キャリアギアGc1 第1キャリアC1 の経路で第2サンギアS2に出力される。以上のようにして第2サンギアS2に出力された駆動力は、第2遊星ギアP2 第2リングギアR2 第2リング外周ギアGr2 出力ギア71の経路で出力軸63に伝達される。

【0064】

車速がV1を超える領域では、HクラッチCHが接続され、LクラッチCLが切断される（Hiモード）。このHiモードでは、HクラッチCHが接続されているので、第2キャリアC2と第1リングギアR1とが接続される。また、LクラッチCLが切断されるので、第2キャリアC2が切断される。従って、第1リングギアR1と第2キャリアC2の回転速度とは一致する。

20

【0065】

Hiモードでは、エンジン21からの駆動力は第1サンギアS1に入力され、この駆動力は第1キャリアC1から第2サンギアS2に出力される。また、第1サンギアS1に入力された駆動力は、第1キャリアC1から第1キャリアギアGc1及び第1モータギアGm1を介して第1モータMG1に出力される。Hiモードでは、第1モータMG1は主としてジェネレータとして機能するので、この第1モータMG1で発電された電力の一部は、キャパシタ64に蓄電される。また、第1モータMG1で発電された電力の一部は、第2モータMG2の駆動に消費される。

【0066】

また、第2モータMG2の駆動力は、第2モータギアGm2 第1リング外周ギアGr1 第1リングギアR1 HクラッチCHの経路で第2キャリアC2に出力される。以上のようにして第2サンギアS2に出力された駆動力は第2遊星ギアP2を介して第2リングギアR2に出力されるとともに、第2キャリアC2に出力された駆動力は第2遊星ギアP2を介して第2リングギアR2に出力される。このようにして第2リングギアR2で合わさった駆動力が、第2リング外周ギアGr2及び出力ギア71を介して出力軸63に伝達される。

30

【0067】

なお、以上は前進駆動時の説明であるが、後進駆動時においても同様の動作となる。また、制動時には、第1モータMG1と第2モータMG2とのジェネレータ及びモータとしての役割は上記と逆になる。

【0068】

次に、制御部27による動力伝達装置24の制御について説明する。制御部27は、第1モータMG1及び第2モータMG2のモータトルクを制御することにより、動力伝達装置24の出力トルクを制御する。すなわち、制御部27は、第1モータMG1及び第2モータMG2のモータトルクを制御することにより、作業車両1の牽引力を制御する。以下、第1モータMG1及び第2モータMG2へのモータトルクの指令値（以下、「指令トルク」と呼ぶ）の決定方法について説明する。

40

【0069】

図5は、制御部27によって実行される処理を示す制御ブロック図である。図5に示すように、制御部27は、トランスミッション要求決定部84と、エネルギー管理要求決定部85と、作業機要求決定部86と、を有する。

50

## 【 0 0 7 0 】

トランスミッション要求決定部84は、アクセル操作量Aacと出力回転速度Noutとに基づいて、要求牽引力Toutを決定する。詳細には、トランスミッション要求決定部84は、記憶部56に記憶されている要求牽引力特性情報D1に基づいて、出力回転速度Noutから要求牽引力Toutを決定する。要求牽引力特性情報D1は、出力回転速度Noutと要求牽引力Toutとの関係を規定する要求牽引力特性を示すデータである。

## 【 0 0 7 1 】

詳細には、図6に示すように、記憶部56は、基準となる要求牽引力特性を示すデータLout1（以下、「基準牽引力特性Lout1」と呼ぶ）を記憶している。基準牽引力特性Lout1は、アクセル操作量Aacが最大値すなわち100%であるときの要求牽引力特性である。基準牽引力特性Lout1は、変速操作部材53aによって選択される速度範囲に応じて定められる。トランスミッション要求決定部84は、基準牽引力特性Lout1に、牽引力比率FWRと車速比率VRとを乗じることによって、現在の要求牽引力特性Lout2を決定する。

10

## 【 0 0 7 2 】

記憶部56は、牽引力比率情報D2と車速比率情報D3とを記憶している。牽引力比率情報D2は、アクセル操作量Aacに対する牽引力比率FWRを規定する。車速比率情報D3は、アクセル操作量Aacに対する車速比率VRを規定する。トランスミッション要求決定部84は、アクセル操作量Aacに応じて牽引力比率FWRと車速比率VRとを決定する。トランスミッション要求決定部84は、基準牽引力特性Lout1に対して、要求牽引力を示す縦軸方向に牽引力比率FWR、出力回転速度Noutを示す横軸方向に車速比率VRを乗じることによって、アクセル操作量Aacに応じた現在の要求牽引力特性情報Lout2を決定する。

20

## 【 0 0 7 3 】

牽引力比率情報D2は、アクセル操作量Aacが大きくなるほど大きくなる牽引力比率FWRを規定している。車速比率情報D3は、アクセル操作量Aacが大きくなるほど大きくなる車速比率VRを規定している。ただし、アクセル操作量Aacが0であるときの牽引力比率FWRは0より大きい。同様に、アクセル操作量Aacが0であるときの車速比率VRは0より大きい。このため、アクセル操作部材51aの操作が行われていないときでも、要求牽引力Toutは、0より大きな値になる。すなわち、アクセル操作部材51aの操作が行われていないときでも、動力伝達装置24から牽引力が出力される。これにより、トルクコンバータ式の変速装置で生じるクリープと同様の挙動がEMT式の動力伝達装置24において実現される。

30

## 【 0 0 7 4 】

なお、要求牽引力特性情報D1は、出力回転速度Noutの減少に応じて増大する要求牽引力Toutを規定している。また、上述した変速操作部材53aが操作されると、トランスミッション要求決定部84は、変速操作部材53aによって選択された速度範囲に対応して、要求牽引力特性を変更する。例えば、変速操作部材53aによってシフトダウンが行われると、図6に示すように、要求牽引力特性情報がLout2からLout2'に変更される。これにより、出力回転速度Noutの上限値が低減される。すなわち、車速の上限値が低減される。

## 【 0 0 7 5 】

また、要求牽引力特性情報D1は、所定速度以上の出力回転速度Noutに対して、負の値の要求牽引力Toutを規定している。このため、選択されている速度範囲での出力回転速度の上限値よりも出力回転速度Noutが大きいときには、要求牽引力Toutが負の値に決定される。要求牽引力Toutが負の値であるときには、制動力が発生する。これにより、トルクコンバータ式の変速装置で生じるエンブレキと同様の挙動がEMT式の動力伝達装置24において実現される。

40

## 【 0 0 7 6 】

図5に示すエネルギーマネジメント要求決定部85は、キャパシタ64での電力の残量に基づいてエネルギーマネジメント要求馬力Hemを決定する。エネルギーマネジメント要求馬力Hemは、キャパシタ64を充電するために動力伝達装置24が必要とする馬力である。例えば、エネルギーマネジメント要求決定部85は、キャパシタ64の電圧Vcaから、現在のキャパシタ充電量を決定する。エネルギーマネジメント要求決定部85は、現在のキャパシタ充

50

電量が少なくなるほど、エネルギーマネジメント要求馬力 $H_{em}$ を大きくする。

【0077】

作業機要求決定部86は、作業機ポンプ圧 $P_{wp}$ と作業機操作部材52aの操作量 $A_{wo}$ （以下、「作業機操作量 $A_{wo}$ 」と呼ぶ）とに基づいて作業機要求馬力 $H_{pto}$ を決定する。本実施形態において、作業機要求馬力 $H_{pto}$ は、作業機ポンプ23に分配される馬力である。ただし、作業機要求馬力 $H_{pto}$ は、ステアリングポンプ30及び/又はトランスミッションポンプ29に分配される馬力を含んでもよい。

【0078】

詳細には、作業機要求決定部86は、要求流量情報D4に基づいて、作業機操作量 $A_{wo}$ から作業機ポンプ23の要求流量 $Q_{dm}$ を決定する。要求流量情報D4は、記憶部56に記憶されており、要求流量 $Q_{dm}$ と作業機操作量 $A_{wo}$ との関係を規定する。要求流量情報D4は、作業機操作量 $A_{wo}$ が増大するほど要求流量 $Q_{dm}$ が増大するような要求流量 $Q_{dm}$ と作業機操作量 $A_{wo}$ との関係を規定する。作業機要求決定部86は、要求流量 $Q_{dm}$ と作業機ポンプ圧 $P_{wp}$ とから作業機要求馬力 $H_{pto}$ を決定する。

10

【0079】

制御部27は、目標出力軸トルク決定部82と、目標入力軸トルク決定部81と、指令トルク決定部83と、を有する。

【0080】

目標出力軸トルク決定部82は、目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ を決定する。目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ は、動力伝達装置24から出力されるトルクの目標値である。目標出力軸トルク決定部82は、トランスミッション要求決定部84によって決定された要求牽引力 $T_{out}$ に基づいて、目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ を決定する。すなわち、動力伝達装置24から出力される牽引力が、要求牽引力特性情報D1で規定されている要求牽引力特性に従うように、目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ が決定される。詳細には、要求牽引力 $T_{out}$ に所定の分配率を乗じることで、目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ を決定する。所定の分配率は、例えば、作業機要求馬力 $H_{pto}$ とトランスミッション要求馬力 $H_{tm}$ とエネルギーマネジメント要求馬力 $H_{em}$ との合計が、エンジン21からの出力馬力を超えないように設定される。

20

【0081】

目標入力軸トルク決定部81は、目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ を決定する。目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ は、動力伝達装置24に入力されるトルクの目標値である。目標入力軸トルク決定部81は、トランスミッション要求馬力 $H_{tm}$ とエネルギーマネジメント要求馬力 $H_{em}$ とに基づいて、目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ を決定する。詳細には、目標入力軸トルク決定部81は、トランスミッション要求馬力 $H_{tm}$ に所定の分配率を乗じた値と、エネルギーマネジメント要求馬力 $H_{em}$ とを合算してエンジン回転速度を乗じることにより、目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ を算出する。なお、トランスミッション要求馬力 $H_{tm}$ は、上述した要求牽引力 $T_{out}$ に現在の出力回転速度 $N_{out}$ を乗じることで算出される。

30

【0082】

指令トルク決定部83は、目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ と目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ とから、トルクバランス情報により、モータMG1、MG2への指令トルク $T_{m1\_ref}$ 、 $T_{m2\_ref}$ を決定する。トルクバランス情報は、動力伝達装置24でのトルクの釣り合いを満たすように目標入力軸トルク $T_{e\_ref}$ と目標出力軸トルク $T_{o\_ref}$ との関係を規定する。トルクバランス情報は、記憶部56に記憶されている。

40

【0083】

上述したように、LoモードとHiモードとでは、動力伝達装置24における駆動力の伝達経路が異なる。このため、指令トルク決定部83は、LoモードとHiモードとでは、異なるトルクバランス情報を用いてモータMG1、MG2への指令トルク $T_{m1\_ref}$ 、 $T_{m2\_ref}$ を決定する。詳細には、指令トルク決定部83は、以下の数1に示す第1のトルクバランス情報を用いてLoモードでのモータMG1、MG2への指令トルク $T_{m1\_Low}$ 、 $T_{m2\_Low}$ を決定する。本実施形態において、第1のトルクバランス情報は、動力伝達装置24でのトルクの釣り合いの式である。

[数1]

50

$$\begin{aligned} Ts1\_Low &= Te\_ref * r\_fr \\ Tc1\_Low &= Ts1\_Low * (-1) * ( (Zr1/Zs1) + 1 ) \\ Tr2\_Low &= To\_ref * (Zod/Zo) \\ Ts2\_Low &= Tr2\_Low * (Zs2/Zr2) \\ Tcp1\_Low &= Tc1\_Low + Ts2\_Low \\ Tm1\_Low &= Tcp1\_Low * (-1) * (Zp1/Zp1d) \\ Tr1\_Low &= Ts1\_Low * (Zr1/Zs1) \\ Tm2\_Low &= Tr1\_Low * (-1) * (Zp2/Zp2d) \end{aligned}$$

また、指令トルク決定部83は、以下の数2に示す第2のトルクバランス情報を用いてHiモードでのモータMG1, MG2への指令トルク $Tm1\_Hi$ ,  $Tm2\_Hi$ を決定する。本実施形態において、第2のトルクバランス情報は、動力伝達装置24でのトルクの釣り合いの式である。

【数2】

$$\begin{aligned} Ts1\_Hi &= Te\_ref * r\_fr \\ Tc1\_Hi &= Ts1\_Hi * (-1) * ( (Zr1/Zs1) + 1 ) \\ Tr2\_Hi &= To\_ref * (Zod/Zo) \\ Ts2\_Hi &= Tr2\_Hi * (Zs2/Zr2) \\ Tcp1\_Hi &= Tc1\_Hi + Ts2\_Hi \\ Tm1\_Hi &= Tcp1\_Hi * (-1) * (Zp1/Zp1d) \\ Tr1\_Hi &= Ts1\_Hi * (Zr1/Zs1) \\ Tc2\_Hi &= Tr2\_Hi * (-1) * ( (Zs2/Zr2) + 1 ) \\ Tcp2\_Hi &= Tr1\_Hi + Tc2\_Hi \\ Tm2\_Hi &= Tcp2\_Hi * (-1) * (Zp2/Zp2d) \end{aligned}$$

ここで、各トルクバランス情報のパラメータの内容は以下の表1の通りである。

【0084】

【表1】

Te_ref	目標入力軸トルク
To_ref	目標出力軸トルク
r_fr	FR切換機構65での減速比 (FR切換機構65は、エンジン回転速度を $1/r\_fr$ に減速して出力する。FR切換機構65が前進状態であるときには、 $r\_fr$ は、負の値である。FR切換機構65が後進状態であるときには、 $r\_fr$ は、正の値である。)
Zs1	第1遊星歯車機構68のサンギアS1の歯数
Zr1	第1遊星歯車機構68のリングギアR1の歯数
Zp1	第1キャリアギアGc1の歯数
Zp1d	第1モータギアGm1の歯数
Zs2	第2遊星歯車機構69のサンギアS2の歯数
Zr2	第2遊星歯車機構69のリングギアR2の歯数
Zp2	第1リング外周ギアGr1の歯数
Zp2d	第2モータギアGm2の歯数
Zo	第2リング外周ギアGr2の歯数
Zod	出力ギア71の歯数

次に、制御部27によるエンジン21の制御について説明する。上述したように、制御部27は、指令信号を燃料噴射装置28に送ることでエンジン21を制御する。以下、燃料噴射装置28への指令スロットル値の決定方法について説明する。制御部27は、エンジン要求決定部87と、要求スロットル決定部89とを有する。

【0085】

エンジン要求決定部87は、作業機要求馬力 $Hpto$ とトランスミッション要求馬力 $Htm$ とエネルギーマネジメント要求馬力 $Hem$ とに基づいて、エンジン要求馬力 $Hdm$ を決定する。詳細には、エンジン要求決定部87は、作業機要求馬力 $Hpto$ とトランスミッション要求馬力 $Htm$ とエネルギーマネジメント要求馬力 $Hem$ とを合算することにより、エンジン要求馬力 $Hdm$ を

決定する。

【 0 0 8 6 】

要求スロットル決定部89は、エンジン要求馬力Hdmとアクセル操作量Aacとから指令スロットル値Th<sub>cm</sub>を決定する。詳細には、図7に示すように、記憶部56は、エンジントルク線Letとマッチング線Lmaとを記憶している。エンジントルク線Letは、エンジン21の出力トルクとエンジン回転速度Neとの関係を規定する。エンジントルク線Letは、レギュレーション領域Laと全負荷領域Lbとを含む。レギュレーション領域Laは、指令スロットル値Th<sub>cm</sub>に応じて変化する（図7のLa'参照）。全負荷領域Lbは、定格点Prと、定格点Prよりも低エンジン回転速度側に位置する最大トルク点Pmとを含む。

【 0 0 8 7 】

マッチング線Lmaは、エンジン要求馬力Hdmから第1要求スロットル値Th<sub>tm1</sub>を決定するための情報である。マッチング線Lmaは任意に設定することができるが、本実施形態においては、マッチング線Lmaは、エンジントルク線Letの全負荷領域Lbにおいて定格点Prよりも最大トルク点Pmに近い位置を通るように設定されている。

【 0 0 8 8 】

要求スロットル決定部89は、エンジン21の出力トルクがエンジン要求馬力Hdmに相当するトルクとなるマッチング点Pma1において、エンジントルク線Letとマッチング線Lmaとがマッチングするように、第1要求スロットル値Th<sub>tm1</sub>を決定する。すなわち、エンジン要求馬力Hdmに相当する等馬力線Lhdmと、マッチング線Lmaとの交点が第1マッチング点Pma1として設定され、要求スロットル決定部89は、エンジントルク線Letのレギュレーション領域（La'参照）が第1マッチング点Pma1を通るように、第1要求スロットル値Th<sub>tm1</sub>を決定する。

【 0 0 8 9 】

要求スロットル決定部89は、第1要求スロットル値Th<sub>tm1</sub>と、アクセル操作量Aacに相当する第2要求スロットル値Th<sub>tm2</sub>とのうち、小さい方を指令スロットル値Th<sub>cm</sub>として決定する。

【 0 0 9 0 】

次に、掘削時牽引力制限制御について説明する。図5に示すように、制御部27は、牽引力制限部88を有する。牽引力制限部88は、作業車両1が掘削中であるときには、掘削時牽引力制限制御を実行する。

【 0 0 9 1 】

ブーム11の高さが所定の高さ閾値以下であり、且つ、リフトシリンダ13のボトム圧が所定の圧力閾値以上であるときに、牽引力制限部88は、作業車両1が掘削中であると判定する。

【 0 0 9 2 】

掘削時牽引力制限制御において、牽引力制限部88は、トランスミッション要求決定部84より出力される要求牽引力をアクセル操作量Aacに応じた値よりも低減する。詳細には、牽引力制限部88は、掘削時牽引力制限制御において、アクセル操作量Aacを実際の操作量よりも小さい値に補正し、トランスミッション要求決定部84へ出力する。図8に示すように、牽引力制限部88は、補正值決定部881と最小値選択部882とを有する。補正值決定部881は、アクセル操作量Aacの補正值Aac'（以下、「アクセル補正值Aac'」と呼ぶ）を決定する。アクセル補正值Aac'は、作業機ポンプ圧Ppに応じて決定される。アクセル補正值Aac'の決定方法については後述する。

【 0 0 9 3 】

最小値選択部882は、アクセル操作量Aacとアクセル補正值Aac'とを比較して小さいほうを補正後のアクセル操作量として選択する。従って、作業機ポンプ圧Ppに応じて決定されたアクセル補正值Aac'が、アクセル操作検出部51bによって検出されたアクセル操作量Aacよりも小さいときには、アクセル補正值Aac'が補正後のアクセル操作量として決定される。すなわち、アクセル操作量Aacが低減された値に補正される。作業機ポンプ圧Ppに応じて決定されたアクセル補正值Aac'が、アクセル操作検出部51bによって検出されたア

10

20

30

40

50

クセル操作量Aac以上であるときには、アクセル操作検出部51bによって検出されたアクセル操作量Aacが補正後のアクセル操作量として決定される。すなわち、アクセル操作量Aacの低減は行われぬ。上述したトランスミッション要求決定部は、補正後のアクセル操作量に基づいて要求牽引力を決定する。従って、アクセル補正值Aac'が補正後のアクセル操作量として決定された場合には、要求牽引力がアクセル操作量Aacに応じた値よりも低減される。なお、上述した要求スロットル決定部89は、エンジン要求馬力Hdmと、補正されていない実際のアクセル操作量Aacとから指令スロットル値Th\_cmを決定する。ただし、エンジン要求馬力Hdmは、補正されたアクセル操作量から決定されるトランスミッション要求馬力Htmに基づいて決定される。

【0094】

次にアクセル補正值Aac'の決定方法について説明する。記憶部56は、作業機ポンプ圧Ppとアクセル補正值Aac'との関係を示す掘削時アクセル補正情報を記憶している。掘削時アクセル補正情報の一例を図9に示す。掘削時アクセル補正情報は、作業機ポンプ圧Ppとアクセル補正值Aac'との関係を規定する表である。ただし、掘削時アクセル補正情報の態様は、マップ或いは数式など表と異なるものであってもよい。アクセル補正值Aac'は、アクセル操作量Aacと同様に、最小値を0、最大値を100とする百分率で示される。

【0095】

図9に示すように、作業機ポンプ圧Ppが0であるときには、アクセル補正值Aac'は100%である。図9において、Pp1~Pp4は所定の数値を示しており、 $0 < Pp1 < Pp2 < Pp3 < Pp4$ である。Aac1'~Aac4'は所定の数値を示しており、Aac1' > Aac2' > Aac3' > Aac4'である。従って、作業機ポンプ圧Ppが大きいほど、アクセル補正值Aac'は小さくなる。ただし、作業機ポンプ圧PpがPp1であるときのアクセル補正值Aac1'は100%である。従って、作業機ポンプ圧PpがPp1以下であるときには、アクセル操作量Aacを低減する補正は行われぬ。作業機ポンプ圧PpがPp1より大きいときに、作業機ポンプ圧Ppに応じたアクセル操作量Aacの補正が行われる。

【0096】

本実施形態に係る作業車両1は以下の特徴を有する。

【0097】

(1)掘削中には、要求牽引力が、アクセル操作量Aacに応じた値よりも低減される。そして、低減された要求牽引力に応じて、第1モータMG1及び第2モータMG2の指令トルクが決定される。これにより、作業車両1の牽引力が、アクセル操作量Aacに応じた値よりも低減され、作業機3への負荷が過度に大きくなることが抑えられる。このため、本態様に係る作業車両1では、容易な操作で車両の牽引力と作業機3の駆動力とのバランスをとることができる。

【0098】

(2)牽引力制限部88による牽引力の低減は、アクセル操作量Aacを実際の操作量よりも小さいアクセル補正值Aac'に補正することで行われる。このため、簡易な制御で車両の牽引力を低減することができる。

【0099】

(3)アクセル補正值Aac'は、作業機ポンプ圧Ppが所定の閾値Pp1より大きいときに、100%より小さな値に設定される。従って、牽引力制限部88は、作業機ポンプ圧Ppが所定の閾値Pp1より大きいときに、要求牽引力をアクセル操作量Aacに応じた値よりも低減する。作業機ポンプ圧Ppは、作業機3にかかっている負荷の大きさに応じて変動する。従って、作業機ポンプ圧Ppが所定の閾値Pp1より大きいときに、要求牽引力を低減することで、作業機に大きな負荷がかかっている場合に、牽引力を低減させることができる。これにより、車両の牽引力と作業機3の駆動力とのバランスをより適切にとることができる。

【0100】

(4)作業機ポンプ圧Ppが所定の閾値Pp1より大きいときに、作業機ポンプ圧Ppの増大に応じてアクセル補正值Aac'が小さくなるように設定される。従って、牽引力制限部88は、作業機ポンプ圧Ppが所定の閾値Pp1より大きいときに、作業機ポンプ圧Ppに応じて要求牽

10

20

30

40

50

引力を低減する。このため、作業機3への負荷の大きさに応じて牽引力を調整することができる。

【0101】

(5)要求スロットル決定部89は、エンジン要求馬力に基づいてエンジン21への指令スロットル値 $Th_{cm}$ を決定する。エンジン要求決定部87は、要求牽引力に基づいて決定されるトランスミッション要求馬力と、作業機操作部材52aの操作量に基づいて決定される作業機要求馬力と、に基づいて、エンジン要求馬力を決定する。このため、牽引力制限部88が要求牽引力を低減させても、作業機要求馬力を得るために必要な値に、エンジン要求馬力が決定される。従って、牽引力制限部88が要求牽引力を低減させても、必要な作業機要求馬力を確保することができる。例えば、従来の作業車両のようにエンジンへの指令スロットルを制限することで牽引力を低減させる場合には、エンジン回転速度が低下することにより、作業機ポンプの駆動力も低下する。このため、必要な作業機要求馬力を確保することが困難である。このような従来の作業車両と比べて、本実施形態に係る作業車両1では、必要な作業機要求馬力を容易に確保することができる。

10

【0102】

本発明は以上のような実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形又は修正が可能である。

【0103】

本発明は、上述したホイールローダに限らず、ブルドーザ、トラクタ、フォークリフト、或いはモータグレーダ等の他の種類の作業車両に適用されてもよい。

20

【0104】

動力伝達装置24の構成は上記の実施形態の構成に限られない。例えば、2つの遊星歯車機構68, 69の各要素の連結、配置は、上記の実施形態の連結、配置に限定されるものではない。また、動力伝達装置24が備える遊星歯車機構の数は、2つに限らない。動力伝達装置24は1つの遊星歯車機構のみを有してもよい。あるいは、動力伝達装置24は、3つ以上の遊星歯車機構を有してもよい。

【0105】

動力伝達装置24の制御は、上記の実施形態の制御に限られない。すなわち、上記の実施形態では、車速に応じて牽引力が連続的に変化する所定の車速 - 牽引力特性が得られるように、目標入力軸トルク $Te_{ref}$ と目標出力軸トルク $To_{ref}$ とが決定される。しかし、目標入力軸トルク $Te_{ref}$ と目標出力軸トルク $To_{ref}$ とは任意に設定されることができる。

30

【0106】

トルクバランス情報は、上記の実施形態のようなトルクの釣り合いの式に限られない。例えば、トルクバランス情報は、表或いはマップなどの形式であってもよい。

【0107】

作業機ポンプは1つに限らず、2つ以上の作業機ポンプが備えられてもよい。この場合、上述した吐出容量は、複数の作業機ポンプの吐出容量の合計となる。

【0108】

掘削時牽引力制限制御における牽引力の低減は、アクセル操作量 $Aac$ を補正する方法に限らず、他の方法が用いられてもよい。例えば、作業機ポンプ圧 $Pp$ に応じて牽引力比率 $FWR$ が変更されてもよい。或いは、作業機ポンプ圧 $Pp$ に応じて車速比率 $VR$ が変更されてもよい。

40

【0109】

掘削時牽引力制限制御における牽引力の低減は、作業機ポンプ圧 $Pp$ に応じて行われることに限らない。作業機3への負荷を示す他のパラメータの増大に応じて掘削時牽引力制限制御における牽引力の低減が行われてもよい。例えば、作業機操作量に応じて掘削時牽引力制限制御における牽引力の低減が行われてもよい。或いは、作業車両1の牽引力と加速度とに基づいて作業機3の負荷が決定され、決定された作業機3の負荷に応じて掘削時牽引力制限制御における牽引力の低減が行われてもよい。作業機3の負荷は、作業車両1の牽引力と車速とに基づいて決定されてもよい。

50

## 【0110】

動力伝達装置は、上述したような遊星歯車機構を用いた所謂スプリット方式の装置に限られず、他の方式の装置が採用されてもよい。例えば、図10は、変形例に係る動力伝達装置124を示す模式図である。図10に示す動力伝達装置124は、所謂シリーズ方式の動力伝達装置である。動力伝達装置124では、エンジン21は第1モータMG1での発電のみに使用される。第2モータMG2は、第1モータMG1で発電された電力を利用して、走行装置を駆動する。また、第2モータMG2は、減速時等にエネルギーを回生して発電を行う。なお、図10においては、上述した実施形態と同様の構成については同じ符号を付しており、それらの構成についての説明は省略する。

## 【0111】

作業車両1がインチング操作部材を備えている場合、牽引力制限部88は、インチング操作部材が操作されたときに牽引力を制限する制御（以下、「インチング時牽引力制限制御」と呼ぶ）を行ってもよい。図11に示すように、作業車両1は、インチング操作装置59を備えている。インチング操作装置59は、インチング操作部材59aと、インチング操作検出部59bとを有する。インチング操作部材59aは、牽引力を低減させるために操作される。インチング操作検出部59bは、インチング操作部材59aの操作量（以下、「インチング操作量」と呼ぶ）を検出する。例えば、インチング操作量は、最小値を0、最大値を100とする百分率で示される。インチング操作検出部59bは、インチング操作量を示す検出信号を制御部27へ送る。

## 【0112】

インチング時牽引力制限制御において、牽引力制限部88は、以下の数3式により、補正後のアクセル操作量 $Aac'$ を決定する。

[数3]

$$Aac' = (Aac - a) * Rac + a$$

$Aac'$ は、補正後のアクセル操作量である。 $Aac$ は、アクセル操作検出部51bが検出したアクセル操作量 $Aac$ である。 $a$ は、所定の固定値である。 $Rac$ は、アクセル補正率である。アクセル補正率は、0より大きく、1以下の値であり、インチング操作量に応じて決定される。

## 【0113】

記憶部56は、インチング操作量とアクセル補正率との関係を規定するインチング時アクセル補正情報を記憶している。図12にインチング時アクセル補正情報の一例を示す。図12に示すように、インチング時アクセル補正情報は、インチング操作量とアクセル補正率との関係を規定する表である。ただし、インチング時アクセル補正情報の態様は、表に限らず、マップ或いは数式であってもよい。

## 【0114】

図12に示すように、インチング時アクセル補正情報では、インチング操作量が0であるときには、アクセル補正率は1である。従って、インチング操作量が0であるときには、アクセル操作量 $Aac$ の補正は行われない。図12において、 $Aic1 \sim Aic4$ は所定の数値であり、 $0 < Aic1 < Aic2 < Aic3 < Aic4$ である。 $Rac1 \sim Rac4$ は所定の数値であり、 $Rac1 > Rac2 > Rac3 > Rac4$ である。ただし、 $Ric1$ は1である。従って、インチング操作量が $Aic1$ より大きいときには、インチング操作量が大きいほど、アクセル補正率は小さくなる。すなわち、インチング操作量が大きいほど、牽引力が低減される。

## 【0115】

以上のインチング時牽引力制限制御により、オペレータは、インチング操作部材59aを操作することで牽引力の調整を行うことができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0116】

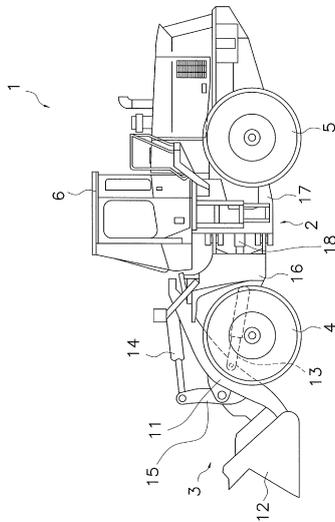
本発明によれば、容易な操作で車両の牽引力と作業機の駆動力とのバランスをとることができる作業車両及びその制御方法を提供することができる。

## 【符号の説明】

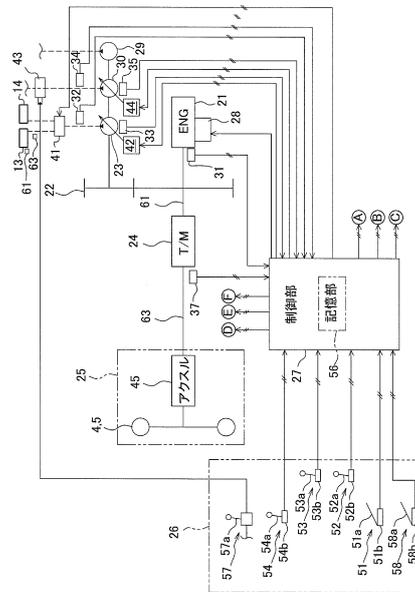
【 0 1 1 7 】

21...エンジン, 25...走行装置, 24...動力伝達装置, 61...入力軸, 63...出力軸, 27...制御部, 3...作業機, 23...作業機ポンプ, 52a...作業機操作部材, 51a...アクセル操作部材, MG1...第1モータ, MG2...第2モータ, 83...指令トルク決定部, 84...トランミッション要求決定部, 88...牽引力制限部, 87...エンジン要求決定部, 89...要求スロットル決定部

【 図 1 】

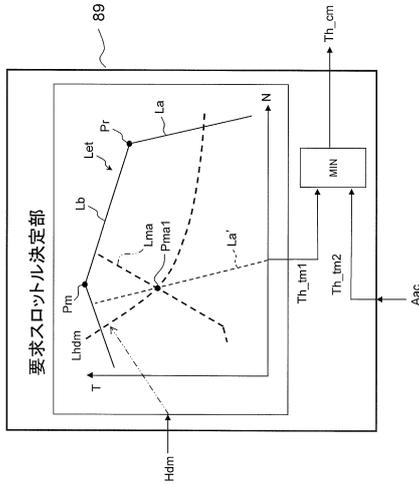


【 図 2 】

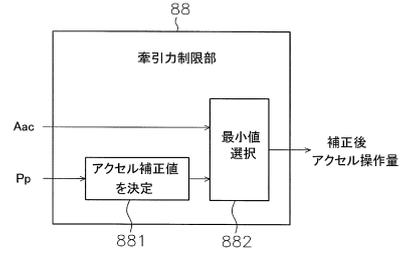




【図7】



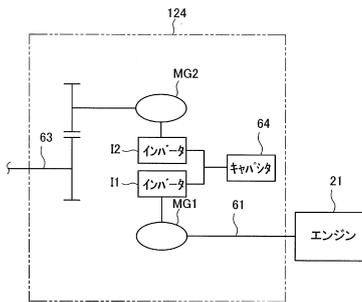
【図8】



【図9】

作業機ポンプ圧[Mpa]	0	Pp1	Pp2	Pp3	Pp4
アクセル補正値[%]	100	Aac1' (100)	Aac2'	Aac3'	Aac4'

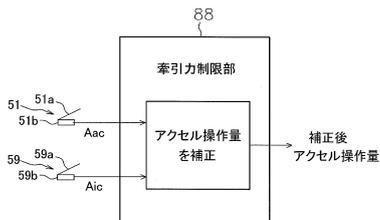
【図10】



【図12】

インテグレーション操作量[%]	0	Aic1	Aic2	Aic3	Aic4
アクセル補正率	1	Rac1 (1)	Rac2	Rac3	Rac4

【図11】



---

フロントページの続き

審査官 田中 洋介

(56)参考文献 特開2005-012900(JP,A)  
特開2012-153174(JP,A)  
国際公開第2006/126368(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 9/20 - 9/22  
B60K 6/54  
B60K 6/445  
B60W 10/08  
B60W 20/00 - 20/50