

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7645786号
(P7645786)

(45)発行日 令和7年3月14日(2025.3.14)

(24)登録日 令和7年3月6日(2025.3.6)

(51)国際特許分類		F I		
B 6 0 L	9/18 (2006.01)	B 6 0 L	9/18	J
B 6 0 K	1/04 (2019.01)	B 6 0 K	1/04	Z
B 6 0 L	50/60 (2019.01)	B 6 0 L	50/60	

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-213173(P2021-213173)	(73)特許権者	000001052 株式会社クボタ 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番4 7号
(22)出願日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(74)代理人	110001818 弁理士法人R & C
(65)公開番号	特開2023-97045(P2023-97045A)	(72)発明者	高瀬 竣也 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 会社クボタ 堺製造所内
(43)公開日	令和5年7月7日(2023.7.7)	(72)発明者	山中 之史 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 会社クボタ 堺製造所内
審査請求日	令和5年12月20日(2023.12.20)	(72)発明者	丹波 大樹 大阪府堺市堺区石津北町64番地 株式 会社クボタ 堺製造所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動作業車

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

機体に搭載されるバッテリーと、
前記バッテリーの出力に基づく直流電力を交流電力に変換するインバータと、
前記インバータにより変換された前記交流電力により駆動するモータと、
前記モータの回転数を示す回転数情報を取得する回転数情報取得部と、
前記モータにより駆動される走行装置と、
前記モータに要求する要求回転数を変更する操作具と、
前記モータが出力可能なトルク値と前記モータの回転数との関係を規定した出力マップ
を記憶する記憶部と、

前記回転数情報と前記要求回転数と前記出力マップとに基づいて前記インバータを駆動
して、前記モータを流れる電流を制御する制御部と、を備え、

前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数以上となる高回転領
域と、前記モータの回転数が少なくとも前記所定の回転数未満となる低回転領域とを有し
、前記高回転領域と前記低回転領域とのうちの前記高回転領域のみにおいて、非電動作業
車が備えるエンジンの出力トルクと当該エンジンの回転数との関係を規定したトルクカー
ブの高回転領域における形状と類似する形状で設定される電動作業車。

【請求項2】

前記出力マップにおける前記高回転領域は、前記モータの回転数が前記所定の回転数か
ら増大するにつれて前記モータが出力可能なトルク値が減少するように規定されている請

求項 1 に記載の電動作業車。

【請求項 3】

前記出力マップは、前記モータの回転数が予め設定された第 1 回転数以下となった場合に、前記モータが停止するように規定されている請求項 1 又は 2 に記載の電動作業車。

【請求項 4】

前記出力マップは、前記モータの回転数が前記第 1 回転数よりも高い、予め設定された第 2 回転数以上となった場合に、前記モータが停止するように規定されている請求項 3 に記載の電動作業車。

【請求項 5】

前記出力マップは、前記モータが回転可能な回転数を、前記第 1 回転数を含む前記低回転領域と、前記第 2 回転数を含む前記高回転領域とに区分けした場合に、前記モータの回転数が前記第 1 回転数から前記所定の回転数に増大するにつれて前記モータが出力可能なトルク値が増大するように規定されている請求項 4 に記載の電動作業車。

【請求項 6】

機体に搭載されるバッテリーと、

前記バッテリーの出力に基づく直流電力を交流電力に変換するインバータと、

前記インバータにより変換された前記交流電力により駆動するモータと、

前記モータの回転数を示す回転数情報を取得する回転数情報取得部と、

前記モータにより駆動される走行装置と、

前記モータに要求する要求回転数を変更する操作具と、

前記モータが出力可能なトルク値と前記モータの回転数との関係を規定した出力マップを記憶する記憶部と、

前記回転数情報と前記要求回転数と前記出力マップとに基づいて前記インバータを駆動して、前記モータを流れる電流を制御する制御部と、を備え、

前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数以上となる高回転領域において、非電動作業車が備えるエンジンの出力トルクと当該エンジンの回転数との関係を規定したトルクカーブの高回転領域における形状と類似する形状で設定され、

前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数未満となる低回転領域において、前記モータが停止しているとき以外のいずれの前記モータの回転数においても、同一のトルク値となるように規定されている電動作業車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気エネルギーで走行する電動作業車に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電気エネルギーを動力源として走行する電動作業車が利用されてきた。このような電動作業車として、例えば下記に出典を示す特許文献 1 に記載のものがある。

【0003】

特許文献 1 には、バッテリーと、当該バッテリーから供給される電力により駆動するモータと、当該モータにより駆動される走行装置とを備えた電動作業車について記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2021 - 957 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

作業車には、上述した電動作業車の他に、エンジンを動力源とする作業車もある。電動作業車の動力源であるモータは、回転数と出力トルクとの関係として線型性、又は線型に

10

20

30

40

50

近い特性を有する。一方、エンジンにあっては、例えば低い回転数の状態で高トルクを得ようとする、エンジンが停止する場合がある（所謂、エンスト）。また、回転数が高くなると、出力可能なトルクが小さくなるような特性を有する。例えば、エンジンを動力源とする作業車から、電動作業車に乗り換えたユーザによっては、モータの回転数と出力トルクとの関係が、エンジンの回転数と出力トルクとの関係と相違し、挙動が異なることから違和感を持つことがある。

【0006】

そこで、エンジンを動力源とする作業車と同様の挙動となる電動作業車が求められる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る電動作業車の特徴構成は、機体に搭載されるバッテリーと、前記バッテリーの出力に基づく直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータにより変換された前記交流電力により駆動するモータと、前記モータの回転数を示す回転数情報を取得する回転数情報取得部と、前記モータにより駆動される走行装置と、前記モータに要求する要求回転数を変更する操作具と、前記モータが出力可能なトルク値と前記モータの回転数との関係を規定した出力マップを記憶する記憶部と、前記回転数情報と前記要求回転数と前記出力マップとに基づいて前記インバータを駆動して、前記モータを流れる電流を制御する制御部と、を備え、前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数以上となる高回転領域と、前記モータの回転数が少なくとも前記所定の回転数未満となる低回転領域とを有し、前記高回転領域と前記低回転領域とのうちの前記高回転領域のみにおいて、非電動作業車が備えるエンジンの出力トルクと当該エンジンの回転数との関係を規定したトルクカーブの高回転領域における形状と類似する形状で設定される点にある。

【0008】

このような構成とすれば、モータの回転数が少なくとも所定の回転数以上となる高回転領域において、モータが出力可能なトルク値とモータの回転数との関係を、エンジンの出力トルクとエンジンの回転数との関係に近づけることができる。したがって、電動作業車の挙動を、エンジンを動力源とする作業車と同様の挙動とすることが可能となる。

【0009】

また、前記出力マップにおける前記高回転領域は、前記モータの回転数が前記所定の回転数から増大するにつれて前記モータが出力可能なトルク値が減少するように規定されていると好適である。

【0010】

エンジンは、回転数が所定の回転数よりも高くなった場合に、出力可能なトルクが低くなる。そこで、このような構成とすれば、モータの特性を、エンジンの特性に近づけることができるので、電動作業車の挙動を、エンジンを動力源とする作業車の挙動により近づけることが可能となる。

【0011】

また、前記出力マップは、前記モータの回転数が予め設定された第1回転数以下となった場合に、前記モータが停止するように規定されていると好適である。

【0012】

エンジンは、回転数が所定の回転数よりも低い場合に、過大なトルクを出力しようすると停止する。そこで、このような構成とすれば、低回転数でのモータの特性を、エンジンの特性に近づけることができるので、電動作業車の挙動を、エンジンを動力源とする作業車の挙動により近づけることが可能となる。

【0013】

また、前記出力マップは、前記モータの回転数が前記第1回転数よりも高い第2回転数以上となった場合に、前記モータが停止するように規定されていると好適である。

【0014】

このような構成とすれば、高回転数でのモータの駆動を規制できるので、モータの劣化

10

20

30

40

50

を抑制することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

また、前記出力マップは、前記モータが回転可能な回転数を、前記第 1 回転数を含む前記低回転領域と、前記第 2 回転数を含む前記高回転領域とに区分けした場合に、前記モータの回転数が前記第 1 回転数から前記所定の回転数に増大するにつれて前記モータが出力可能なトルク値が増大するように規定されていると好適である。

【 0 0 1 6 】

エンジンは、回転数が所定の回転数以下の低回転領域において、回転数が高くなるにつれて、出力可能なトルクが増大する。そこで、このような構成とすれば、モータの特性を、エンジンの特性に近づけることができるので、電動作業車の挙動を、エンジンを動力源とする作業車の挙動により近づけることが可能となる。

10

【 0 0 1 7 】

本発明に係る電動作業車の特徴構成は、機体に搭載されるバッテリーと、前記バッテリーの出力に基づく直流電力を交流電力に変換するインバータと、前記インバータにより変換された前記交流電力により駆動するモータと、前記モータの回転数を示す回転数情報を取得する回転数情報取得部と、前記モータにより駆動される走行装置と、前記モータに要求する要求回転数を変更する操作具と、前記モータが出力可能なトルク値と前記モータの回転数との関係を規定した出力マップを記憶する記憶部と、前記回転数情報と前記要求回転数と前記出力マップとに基づいて前記インバータを駆動して、前記モータを流れる電流を制御する制御部と、を備え、前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数以上となる高回転領域において、非電動作業車が備えるエンジンの出力トルクと当該エンジンの回転数との関係を規定したトルクカーブの高回転領域における形状と類似する形状で設定され、前記出力マップは、前記モータの回転数が少なくとも所定の回転数未満となる低回転領域において、前記モータが停止しているとき以外のいずれの前記モータの回転数においても、同一のトルク値となるように規定されている点にある。

20

【 0 0 1 8 】

このような構成とすれば、モータの回転数が低い場合でも、エンジンの回転数が低い場合にも出力可能なトルクよりも大きいトルクを出力することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 トラクタの左側面図である。

【 図 2 】 インバータ等の配置を示す左側面図である。

【 図 3 】 動力伝達の流れを示す図である。

【 図 4 】 モータの駆動を行う機能部の説明図である。

【 図 5 】 操作具の操作量とモータに対する要求回転数との関係を示す図である。

【 図 6 】 モータのトルクカーブの一例である。

【 図 7 】 報知部による報知の一例を示す図である。

【 図 8 】 出力マップ上に状態情報を表示した場合の例を示す図である。

【 図 9 】 モータのトルクカーブの別例である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

本発明に係る電動作業車は、モータの低回転時にエンジンを動力源とする作業車と同様の挙動となるように構成される。以下、本実施形態の電動作業車について説明する。尚、以下では、電動作業車がトラクタである場合の例を挙げて説明する。

【 0 0 2 1 】

本発明を実施するための形態について、図面に基づき説明する。尚、以下の説明においては、特に断りがない限り、図中の矢印 F の方向を「前」、矢印 B の方向を「後」とする。また、図中の矢印 U の方向を「上」、矢印 D の方向を「下」とする。

【 0 0 2 2 】

〔 トラクタの全体構成 〕

30

40

50

以下では、本実施形態のトラクタについて説明する。図1に示すように、トラクタは、左右の前車輪10、左右の後車輪11、カバー部材12を備えている。

【0023】

また、トラクタは、機体フレーム2及び運転部3を備えている。機体フレーム2は、左右の前車輪10及び左右の後車輪11に支持されている。

【0024】

カバー部材12は、機体前部に配置されている。そして、運転部3は、カバー部材12の後方に設けられている。言い換えれば、カバー部材12は、運転部3の前方に配置されている。

【0025】

運転部3は、保護フレーム30、運転座席31、ステアリングホイール32を有している。オペレータは、運転座席31に着座可能である。これにより、オペレータは、運転部3に搭乗可能である。ステアリングホイール32の操作によって、左右の前車輪10は操向操作される。オペレータは、運転部3において、各種の運転操作を行うことができる。

【0026】

トラクタは、走行用バッテリー4を備えている。また、カバー部材12は、機体左右方向に沿う開閉軸芯Q周りに揺動可能に構成されている。これにより、カバー部材12は、開閉可能に構成されている。カバー部材12が閉状態であるとき、走行用バッテリー4は、カバー部材12に覆われている。

【0027】

図2に示すように、トラクタは、インバータ14及びモータMを備えている。走行用バッテリー4は、インバータ14へ電力を供給する。インバータ14は、走行用バッテリー4からの直流電力を交流電力に変換してモータMへ供給する。そして、モータMは、インバータ14から供給される交流電力により駆動する。

【0028】

図2及び図3に示すように、トラクタは、静油圧式無段変速機15及びトランスミッション16を備えている。図3に示すように、静油圧式無段変速機15は、油圧ポンプ15a及び油圧モータ15bを有している。

【0029】

油圧ポンプ15aは、モータMからの回転動力により駆動する。油圧ポンプ15aが駆動することにより、油圧モータ15bから回転動力が出力される。尚、静油圧式無段変速機15は、油圧ポンプ15aと油圧モータ15bとの間で回転動力が変速されるように構成されている。また、静油圧式無段変速機15は、変速比を無段階に変更可能に構成されている。

【0030】

油圧モータ15bから出力された回転動力は、トランスミッション16に伝達される。トランスミッション16に伝達された回転動力は、トランスミッション16の有するギヤ式変速機構によって変速され、左右の前車輪10及び左右の後車輪11へ分配される。これにより、左右の前車輪10及び左右の後車輪11が駆動する。

【0031】

また、図2及び図3に示すように、トラクタは、ミッドPTO軸17及びリヤPTO軸18を備えている。モータMから出力された回転動力は、油圧ポンプ15a、ミッドPTO軸17、リヤPTO軸18へ分配される。これにより、ミッドPTO軸17及びリヤPTO軸18が回転する。

【0032】

ミッドPTO軸17またはリヤPTO軸18に作業装置が接続されていれば、ミッドPTO軸17またはリヤPTO軸18の回転動力により、作業装置が駆動することとなる。例えば、図2に示すように、本実施形態では、ミッドPTO軸17に草刈装置19が接続されている。ミッドPTO軸17の回転動力により、草刈装置19が駆動する。

【0033】

10

20

30

40

50

〔モータの制御〕

図4は、モータMの駆動に係る機能部を示すブロック図である。図4のブロック図には、バッテリー（走行用バッテリー）4、インバータ14、モータM、回転数情報取得部41、走行装置42、操作具43、制御部44、記憶部45、電流センサ51、トルク算定部52、報知部57が示される。各機能部は、モータMの駆動を行うために、CPUを中核部材としてハードウェア又はソフトウェア或いはその両方で構築されている。

【0034】

バッテリー4は、上述したようにカバー部材12に覆われた状態で、機体に搭載される。また、バッテリー4に蓄えられた電気エネルギーは、モータMの駆動に利用される。

【0035】

インバータ14は、バッテリー4の出力に基づく直流電力を交流電力に変換する。バッテリー4の出力とは、バッテリー4から出力される直流電圧及び直流電流である。したがって、バッテリー4の出力に基づく直流電力とは、バッテリー4から出力される直流電圧及び直流電流からなる直流電力が相当する。

【0036】

本実施形態では、インバータ14は、第1の電源ラインL1と第2の電源ラインL2との間に設けられた、第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが直列に接続された3本のアーム部Aを有して構成される。第1の電源ラインL1とは、バッテリー4の2つの出力端子のうちの正端子に接続される電源ラインであって、第2の電源ラインL2とは、バッテリー4の2つの出力端子のうちの負端子に接続される電源ラインである。インバータ14は、この第1の電源ラインL1と第2の電源ラインL2との間に、3本のアーム部Aを設けている。以下では、3本のアーム部Aの夫々を区別する場合には、夫々、アーム部A1、アーム部A2、アーム部A3として示す。本実施形態では、第1のスイッチング素子Q1及び第2のスイッチング素子Q2は、共に、P型のIGBTが用いられる。第1のスイッチング素子Q1のコレクタ端子が第1の電源ラインL1に接続され、第1のスイッチング素子Q1のエミッタ端子と第2のスイッチング素子Q2のコレクタ端子とが接続される。また、第2のスイッチング素子Q2のエミッタ端子は、第2の電源ラインL2に接続される。第1のスイッチング素子Q1のエミッタ端子とコレクタ端子との間には、アノード端子がエミッタ端子に接続され、カソード端子がコレクタ端子に接続されたダイオードD1が設けられる。また、第2のスイッチング素子Q2のエミッタ端子とコレクタ端子との間には、アノード端子がエミッタ端子に接続され、カソード端子がコレクタ端子に接続されたダイオードD2が設けられる。第1のスイッチング素子Q1及び第2のスイッチング素子Q2の夫々のゲート端子は、後述する制御部44に接続される。インバータ14は、制御部44により、3つのアーム部Aにおける1つのアーム部Aの第1のスイッチング素子Q1と、他の2つのアーム部Aのうちの一方のアーム部Aの第2のスイッチング素子Q2とがPWM制御により通電される。これにより、バッテリー4の直流電力は、PWM制御信号の周波数に応じた交流電力に変換される。

【0037】

モータMは、インバータ14により変換された交流電力により駆動する。モータMの3つの端子は、夫々、アーム部A1における第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第1のノードn1と、アーム部A2における第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第2のノードn2と、アーム部A3における第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第3のノードn3とに接続される。アーム部A1における第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第1のノードn1とは、アーム部A1を構成する第1のスイッチング素子Q1のエミッタ端子と第2のスイッチング素子Q2のコレクタ端子とが接続される部分である。アーム部A2における第1のスイッチング素子Q1と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第2のノードn2とは、アーム部A2を構成する第1のスイッチング素子Q1のエミッタ端子と第2のスイッチング素子Q2のコレクタ端子とが接続される部分である。アーム部A3における第1のスイッチング素子Q1

10

20

30

40

50

と第2のスイッチング素子Q2とが接続される第3のノードn3とは、アーム部A3を構成する第1のスイッチング素子Q1のエミッタ端子と第2のスイッチング素子Q2のコレクタ端子とが接続される部分である。図4では、モータMのコイルはデルタ結線で構成されている場合の例を挙げているが、モータMのコイルはスター結線で構成されていても良い。

【0038】

回転数情報取得部41は、モータMの回転数を示す回転数情報を取得する。モータMの回転数とは、モータMが有するロータの回転数である。このような回転数は、例えばホール素子を有する回転センサ41Aを用いて検出することが可能である。また、回転センサ41Aに代えて、モータMを流れる電流の大きさに基づき、モータMの回転数を算定することも可能である。この場合には、後述する電流センサ51の検出結果に基づき算定すると良い。回転センサ41AによるモータMの回転数の検出結果は、回転数情報として回転数情報取得部41に伝達される。

10

【0039】

走行装置42は、モータMにより駆動される。本実施形態では、走行装置42とは、上述した静油圧式無段変速機15、トランスミッション16、左右の前車輪10、及び左右の後車輪11の総称である。上述したように、モータMの回転動力が、静油圧式無段変速機15を介して、トランスミッション16に伝達される。トランスミッション16に伝達された回転動力は、トランスミッション16が有するギヤ式変速機構によって変速され、左右の前車輪10及び左右の後車輪11へ分配される。これにより、上述したように、左右の前車輪10及び左右の後車輪11が駆動され、トラクタが走行可能となる。

20

【0040】

操作具43は、モータMに要求する要求回転数を変更する。モータMに要求する要求回転数とは、オペレータがモータMから出力してほしい回転動力の回転数の指令値、所謂、指令回転数にあたる。本実施形態では、操作具43は、運転座席31の側部において、前後方向に揺動可能に構成されたレバーが相当する。操作具43を、前方側へ傾倒するように操作される程、要求回転数が増大して、モータMが高速で回転するように構成されており、操作された位置で安定的に位置保持されるように構成されている。図5には、操作具43の操作量とモータMに対する要求回転数との関係が示される。図5では、縦軸がモータMに要求される要求回転数であり、横軸が操作具43の操作量である。図5の例では、操作量が10〔%〕の時の要求回転数がN1〔rpm〕であり、操作量が90〔%〕の時の要求回転数がN2〔rpm〕である。操作量が10〔%〕から90〔%〕までの間は、要求回転数は操作量に比例するように設定されている。なお、操作量は%で示されているが、これは、操作具43が最も手前側にある状態が0〔%〕であり、最も前方側へ傾倒した状態が100〔%〕である。また、詳細は後述するが、本例では、操作量が10〔%〕未満では、要求回転数が0〔rpm〕となり、操作量が90〔%〕以上では、要求回転数がN2〔rpm〕となるように構成されている。本例では、このような関係に基づき、操作具43の操作量に応じて、モータMの要求回転数を設定することが可能となる。

30

【0041】

図4に戻り、本実施形態では、操作具43の操作量、すなわち上記前後方向における位置は、位置検出部43Aにより検出される。したがって、位置検出部43Aにより検出された操作具43の位置により、モータMに要求された要求回転数を特定することが可能となる。

40

【0042】

記憶部45は、モータMが出力可能なトルク値とモータMの回転数との関係を規定した出力マップを記憶する。モータMが出力可能なトルク値とモータMの回転数との関係とは、モータMが所定の回転数で回転している場合に、当該所定の回転数を維持しつつ、モータMが出力することが可能な出力トルクの値である。例えばエンジンにおける当該エンジンの出力トルクとエンジンの回転数との関係を規定したトルクカーブに相当する。出力マップとは、例えば、特性図及び数式の少なくとも何れか一つにより規定することが可能で

50

ある。もちろん、特性図や数式以外のものでも規定することも可能である。記憶部 4 5 には、モータ M が所定の回転数で回転している場合に、当該所定の回転数を維持しつつ、モータ M が出力することが可能な出力トルクの値を示す出力マップが記憶される。

【 0 0 4 3 】

このような出力マップの一例が、図 6 に示される。図 6 に示される出力マップでは、縦軸はモータ M が出力可能な出力トルクであり、横軸はモータ M の回転数である。図 6 では、モータ M の出力マップ（モータ M のトルクカーブ）が実線で示され、参考としてエンジンのトルクカーブが破線で示される。エンジンでは、回転数が R 2 である時に、出力トルクとして T 1 だけ出力可能であり、回転数が R 2 から R 3 に増大するにつれて、出力可能な出力トルクも T 1 から T 3 まで増大している。更に、回転数が R 3 から R 4 に増大するにつれて、出力可能な出力トルクが T 3 から T 2 に減少している。なお、図 6 では、T 1 と T 2 との関係が T 1 < T 2 となっているが、T 1 > T 2 であってもよい。

10

【 0 0 4 4 】

これに対して、モータ M のトルクカーブ（出力マップ）は、モータ M が回転可能な回転数を、第 1 回転数 R 1 を含む低回転領域と、第 2 回転数 R 4 を含む高回転領域とに区分けした場合に、モータ M の回転数が所定の回転数 R 3 から増大するにつれてモータ M が出力可能なトルク値が減少するように規定されている。第 1 回転数 R 1 を含む低回転領域とは、本例では回転数が R 1 以上、R 3 未満の領域である。したがって、この低回転領域には R 1 が含まれる。第 2 回転数 R 4 を含む高回転領域とは、本例では回転数が R 3 より大きく、R 4 以下の領域である。したがって、この高回転領域には R 4 が含まれる。本例では、図 6 に示されるように、モータ M の出力マップは、回転数が R 3 よりも低い R 1 から R 3 までは、回転数にかかわらずほぼ一定の出力トルク T 3 が出力可能であって、回転数が R 3 から R 4 までは、回転数が高くなるにつれて、出力可能な出力トルクが T 3 から T 2 に減少するように規定される。

20

【 0 0 4 5 】

このように、モータ M の出力マップは、モータ M の回転数が少なくとも所定の回転数（本例では R 3）以上となる高回転領域において、非電動作業車が備えるエンジンの出力トルクと当該エンジンの回転数との関係を規定したトルクカーブの高回転領域における形状と類似する形状で設定される。すなわち、図 6 の例では、モータ M の回転数が R 3 から R 4 までの間における出力可能なトルクが、非電動作業車（エンジンを動力源とするトラクタ）が備えるエンジンの回転数が R 3 から R 4 までの間において出力可能なトルクと一致するように設定され、モータ M の回転数が第 1 回転数 R 1 から所定の回転数 R 3 までの間は、モータ M が出力可能なトルク（トルク値）が、非電動作業車が備えるエンジンの回転数が R 3 以下で出力可能なトルクとは異なり、ほぼ一定値となるように設定される。

30

【 0 0 4 6 】

図 4 に戻り、制御部 4 4 は、回転数情報と要求回転数と出力マップとに基づいてインバータ 1 4 を駆動して、モータ M を流れる電流を制御する。回転数情報は、回転数情報取得部 4 1 から制御部 4 4 に伝達される。要求回転数は、位置検出部 4 3 A から操作具 4 3 の位置の検出結果が伝達され、この検出結果に基づき特定可能である。出力マップは、上述した記憶部 4 5 に記憶されており、制御部 4 4 が参照するように構成される。モータ M を流れる電流とは、インバータ 1 4 から出力された電流であって、モータ M のコイルに流れる電流である。したがって、制御部 4 4 は、回転数情報により示される現在のモータ M の回転数が、位置検出部 4 3 A の検出結果により特定された要求回転数となり、且つ、記憶部 4 5 に記憶されている出力マップにより規定されるモータ M が出力可能なトルク値とモータ M の回転数との関係を具備するように、インバータ 1 4 を制御してモータ M のコイルに流れる電流を制御する。

40

【 0 0 4 7 】

具体的には、制御部 4 4 は、モータ M の回転数が R 1 以上、R 3 未満である場合には、出力トルクが T 3 を超えないようにモータ M を流れる電流を制御し、モータ M の回転数が R 3 から R 4 までの間である場合には、出力トルクが図 6 で示される出力マップのトルク

50

を超えないようにモータMを流れる電流を制御する。これにより、操作具43の操作に応じて、モータMから出力可能なトルクを具備しつつ、出力される回転動力を制御することが可能となる。また、モータMのトルクカーブをエンジンのトルクカーブに似せて、モータMを制御することから、例えばエンジンを動力源とするトラクタから、電動トラクタに乗り換えた場合でも、オペレータが違和感を持つことがないようにすることができる。

【0048】

また、制御部44は、モータMの負荷が予め設定された負荷より高くなった場合に、要求回転数にかかわらず、モータMの駆動を停止するように構成してもよい。モータMの負荷とは、モータMに作用するトルクである。予め設定された負荷とは、当該負荷がモータMに作用した場合に、モータMの駆動を停止させたい負荷である。例えばエンジンがエンストする際にエンジンに作用する負荷に基づいて設定すると良い。要求回転数にかかわらずとは、モータMの回転数を、操作具43により要求される要求回転数に追従させないことを意味する。モータMの駆動を停止するとは、インバータ14からモータMのコイルに電流が流れないようにすることをいう。したがって、制御部44は、モータMに作用するトルクが、予め設定されたモータMの駆動を停止させたい負荷よりも高くなった場合に、モータMの回転数を、操作具43により要求される要求回転数に追従させることなく、インバータ14からモータMのコイルに電流が流れないようにしてモータMを停止させる。

【0049】

モータMのトルクは、モータMを流れる電流に基づいて算定することが可能である。モータMを流れる電流の電流値は、電流センサ51により検出される。モータMを流れる電流は、第1のノードn1とモータMとを接続するケーブル、第2のノードn2とモータMとを接続するケーブル、第3のノードn3とモータMとを接続するケーブルを流れる電流とほぼ同じであるので、電流センサ51はこれらのケーブルを流れる電流に基づき、モータMを流れる電流の電流値を検出しても良い。また、電流センサ51は、これらのケーブルを断線することなく測定するホール素子を利用して検出するものであっても良いし、これらのケーブルの夫々と基準電位（例えば接地電位）との間に抵抗器を設けて、当該抵抗器における電圧降下により検出するものであっても良い。電流センサ51による電流値の検出結果は、トルク算定部52に伝達される。なお、この電流値の検出結果を、制御部44に伝達し、制御部44はモータMを流れる電流も考慮して、インバータ14をPWM制御しても良い。

【0050】

トルク算定部52は、電流値に基づいてモータMが出力するトルクを算定する。すなわち、モータMを流れる電流の電流値と、モータMが出力するトルクとの間には、所定の関係がある。トルク算定部52に、予めこのような関係を示すマップを記憶しておき、当該マップに基づいてモータMを流れる電流の電流値に対応する出力トルクを算定すると良い。

【0051】

この場合には、制御部44は、モータMが出力するトルクが予め設定されたトルク値よりも大きくなった場合に、モータMの駆動を停止すると良い。モータMが出力するトルクとは、トルク算定部52により算定されたトルクである。制御部44は、このトルクを、予め設定されたトルク値と比較し、当該トルク値よりも大きくなった場合に、モータMの負荷が予め設定された負荷よりも高くなっているとして、モータMの駆動を停止すると良い。

【0052】

また、制御部44は、モータMの回転数が予め設定された第1回転数R1以下となった場合に、要求回転数にかかわらず、モータMの駆動を停止するように構成すると良い。モータMの回転数は、回転数情報取得部41により取得される。予め設定された第1回転数とは、図6の場合、回転数R1であって、例えば1分間の回転数が数百回転とすることが可能である。したがって、制御部44は、回転数情報取得部41により取得されたモータMの回転数が、予め設定された回転数である、R1以下となった場合に、モータMの駆動を停止すると良い。この場合、出力マップは、モータMの回転数が予め設定された第1回

10

20

30

40

50

転数以下となった場合に、モータMが停止するように規定されていることになる。

【0053】

更には、出力マップは、モータMの回転数が第1回転数R1よりも高い第2回転数R4以上となった場合に、モータMが停止するように規定するとよい。第1回転数とは、図6の場合、R1であって、第2回転数とはR4である。したがって、この場合、制御部44は、モータMの回転数として、R4を超えることになった場合には、モータMを流れる電流を制限してモータMを停止させるとよい。

【0054】

以上のように構成することで、例えばエンジンを搭載したトラクタのエンストを擬似的に発生させることが可能となる。これにより、例えばエンジンを搭載したトラクタから乗り換えたオペレータが違和感を持つことなく当該モータMを搭載するトラクタを利用することが可能となる。また、モータMを高回転数で継続して駆動することによるモータMの劣化を抑制することが可能となる。

【0055】

ここで、上述したように、要求回転数にかかわらずモータMの駆動が停止された場合に、オペレータが、意図せずモータMが停止されたことを把握することができるように、報知部57がモータMの駆動が停止されたことを報知すると良い。すなわち、要求回転数にかかわらずモータMの駆動が停止された場合に、図7に示されるように、トラクタの運転部3に設けられる表示装置58の表示画面に、「モータが停止中です。」というようなメッセージを表示したり、スピーカ59から「モータが停止中です。」というような音声を出力するように構成すると良い。これにより、オペレータが、意図せずモータMの駆動が停止されたことを把握することが可能となる。また、報知部57が、機体に設けられるブザーやランプを用いてモータMの駆動が停止されたことを報知するように構成することも可能である。

【0056】

また、例えば図8に示すように、表示装置58の表示画面にモータMの出力マップを表示し、現在のモータMの回転数と現在の出力トルクとからなるモータMの状態を示す情報である状態情報を表示するように構成してもよい。図8の例では、現在のモータMの回転数がR5であって、出力トルクがT4である場合の例が示され、出力マップ上の対応する場所に「X」印が付されている。このように出力マップ上に現在の状態情報を示すことにより、運転者が、現在の回転数R5を維持した状態で、更に出力トルクを増大させることが可能であることや、現在の出力トルクT4を維持した状態で、更に回転数を増大させることが可能であることを把握することが可能となる。このような出力マップ上に対する状態情報の表示も報知部57が行うように構成してもよいし、更には報知部57が表示画面に図8に示されるようなメッセージを表示するように構成してもよい。

【0057】

〔その他の実施形態〕

上記実施形態では、電動作業車がトラクタである場合の例を挙げて説明したが、電動作業車はトラクタ以外の作業車、すなわち田植機、コンバイン、建設機械、芝刈り機などであっても良い。

【0058】

上記実施形態では、モータMが三相モータであって、インバータ14が3本のアーム部Aを備えているとして説明したが、モータMは三相モータでなくても良く、この場合、インバータ14のアーム部Aの本数はモータMの相数に応じて設けると良い。

【0059】

上記実施形態では、出力マップは、モータMの回転数が予め設定された第1回転数R1以下となった場合に、モータMが停止するように規定されているとして説明した。しかしながら、出力マップは、モータMの回転数が予め設定された第1回転数R1以下となった場合でも、モータMが停止しないように構成することも可能である。

【0060】

10

20

30

40

50

上記実施形態では、出力マップは、モータMの回転数が第1回転数R1よりも高い第2回転数R4以上となった場合に、モータMが停止するように規定されているとして説明した。しかしながら、力マップは、モータMの回転数が第1回転数R1よりも高い第2回転数R4以上となった場合であっても、モータMが停止しないように構成することも可能である。この場合、モータMの出力トルクに応じて停止するように構成しても良いし、第2回転数R4より大きいモータMの定格回転数に達した場合に停止するように構成してもよい。

【0061】

上記実施形態では、図6に示される出力マップにおいて、回転数がR1からR3までは、回転数にかかわらず一定の出力トルクT3が出力可能である場合を例示した。しかしながら、エンジンのトルクカーブと同様に、モータMの回転数が第1回転数R1から所定の回転数R3に増大するにつれてモータMが出力可能なトルク値が増大するように構成することも可能である。すなわち、回転数がR1では出力可能なトルクがT5であり、回転数がR2では出力可能なトルクがエンジンのトルクカーブと同様にT1であり、更に、回転数がR3では出力可能なトルクがT3となるように構成することも可能である。この場合、図9に示されるように、回転数がR2からR3までの間は、エンジンのトルクカーブと一致するように構成することが可能である。更に、回転数がR3からR4の間は、上記実施形態と同様に、エンジンのトルクカーブと一致するように構成するとよい。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明は、電気エネルギーで走行する電動作業車に用いることが可能である。

【符号の説明】

【0063】

4：バッテリー

14：インバータ

41：回転数情報取得部

42：走行装置

43：操作具

44：制御部

45：記憶部

M：モータ

R1：第1回転数

R3：所定の回転数

R4：第2回転数

10

20

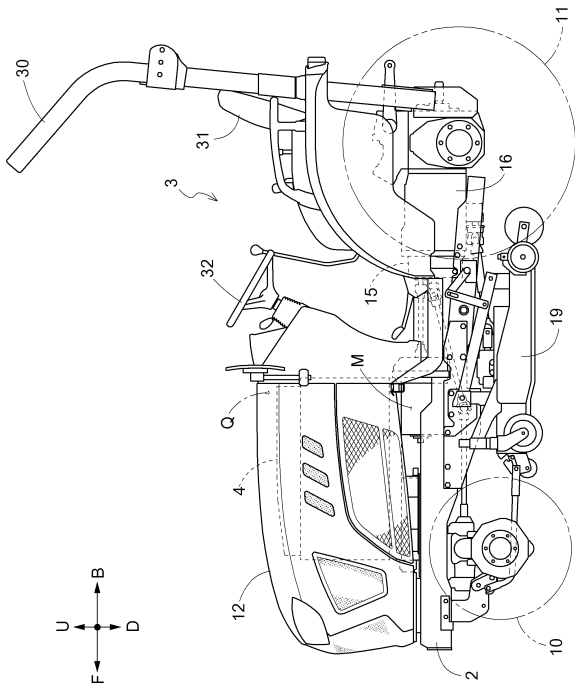
30

40

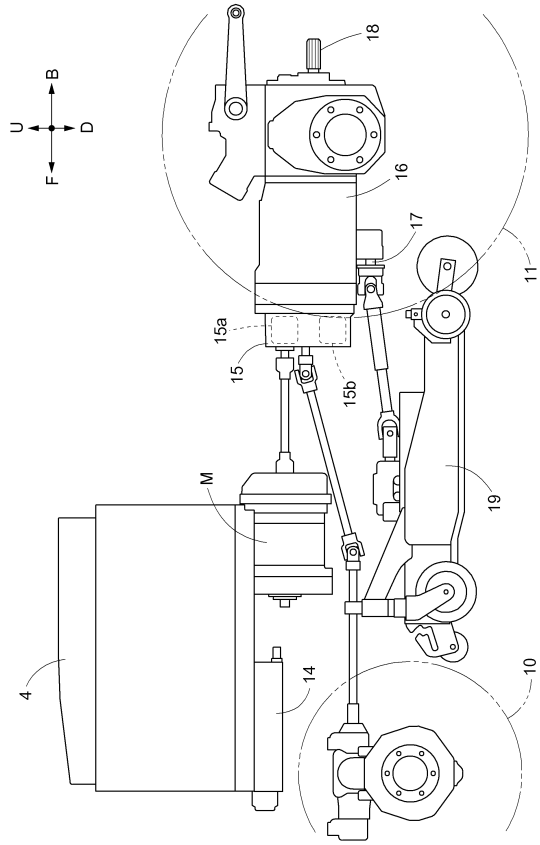
50

【図面】

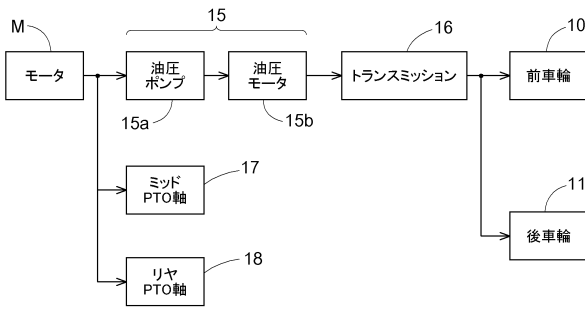
【図 1】



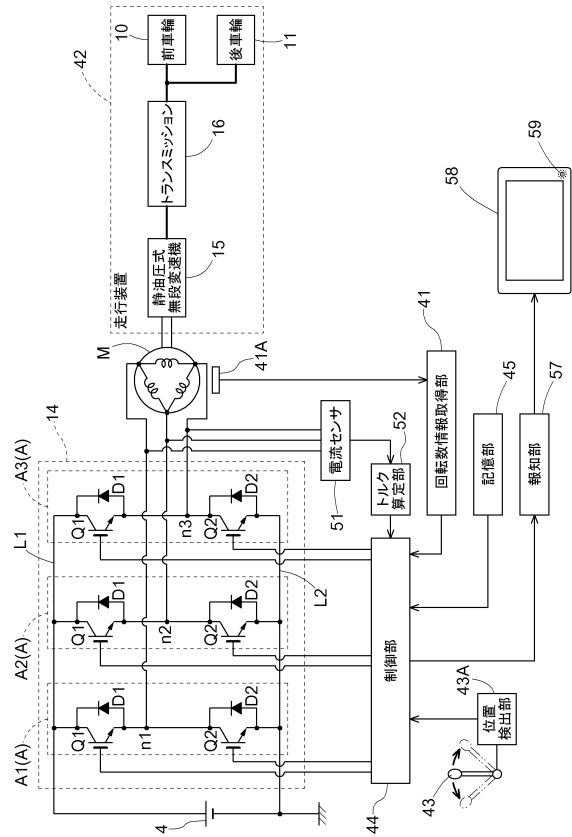
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

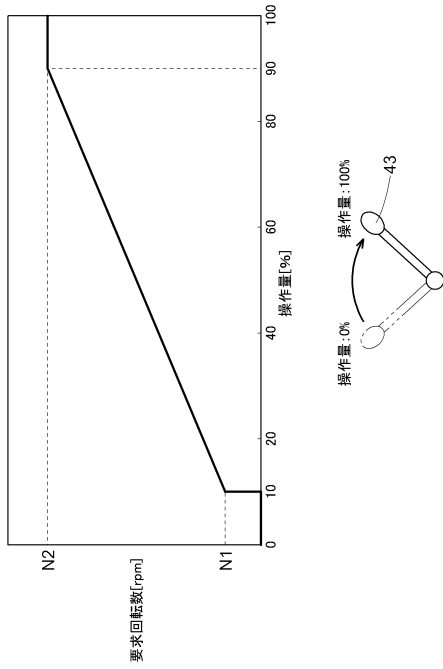
20

30

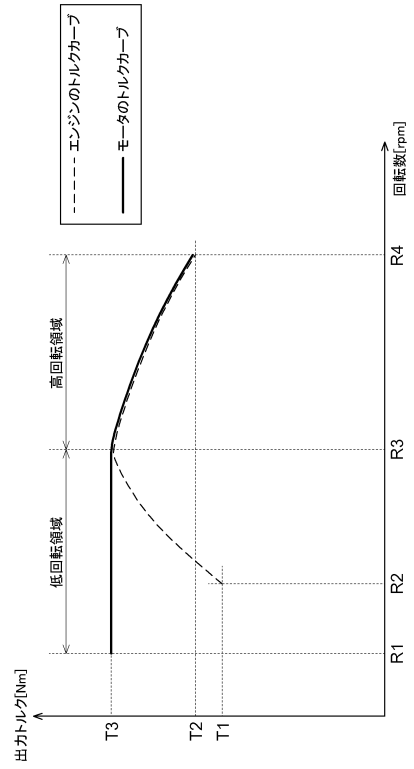
40

50

【図5】



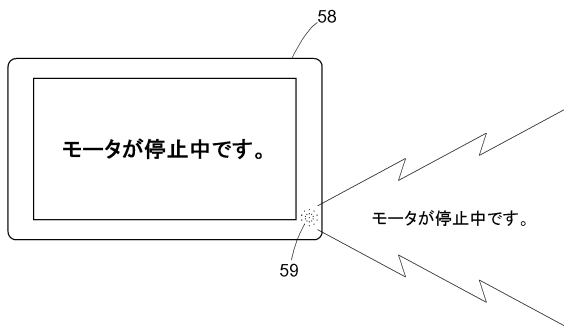
【図6】



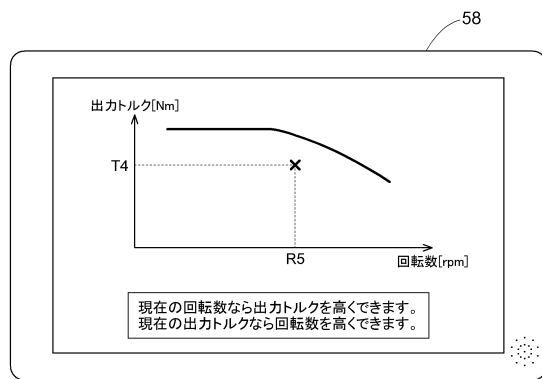
10

20

【図7】



【図8】

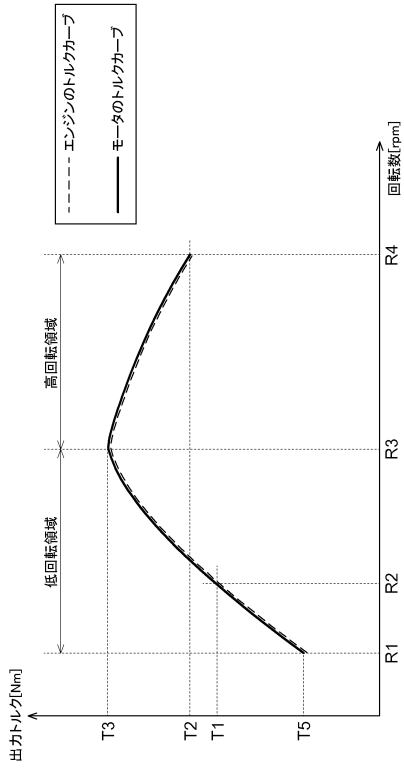


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 溝口 祥輝
大阪府堺市堺区石津北町6 4 番地 株式会社クボタ 堺製造所内

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特開2010-252526(JP,A)
特開2020-068549(JP,A)
特開平07-123513(JP,A)
特開2002-142304(JP,A)
特開2020-121696(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60K 1/00 - 6/12
7/00 - 8/00
16/00
B60L 1/00 - 3/12
7/00 - 13/00
15/00 - 58/40