

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7586115号
(P7586115)

(45)発行日 令和6年11月19日(2024.11.19)

(24)登録日 令和6年11月11日(2024.11.11)

(51)国際特許分類	F I
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 K
F 1 6 H 61/04 (2006.01)	F 1 6 H 61/04
F 1 6 H 61/68 (2006.01)	F 1 6 H 61/68
F 1 6 H 63/50 (2006.01)	F 1 6 H 63/50

請求項の数 8 (全19頁)

(21)出願番号	特願2022-32041(P2022-32041)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和4年3月2日(2022.3.2)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2023-128013(P2023-128013 A)	(74)代理人	愛知県豊田市トヨタ町1番地 110000110
(43)公開日	令和5年9月14日(2023.9.14)		弁理士法人 快友国際特許事務所
審査請求日	令和5年12月19日(2023.12.19)	(72)発明者	玉地 俊明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	中野 真人 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	加藤 雅之 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	坂井 高章
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 電動車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動車両であって、
モータと、
クラッチと、
入力軸と出力軸を有し、前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されており、
前記出力軸が駆動輪に動力を伝達し、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する変速機と、
前記モータの回転数を検出する回転数センサと、
前記モータを制御する制御回路、
を有し、
前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能であり、
前記制御回路が、
前記シフトチェンジが実行されるときに、前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、
前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに、前記学習処理で検出された前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する制御処理、
を実行し、
前記学習処理では、前記制御回路が、前記クラッチをオフする第1タイミングにおける前

記モータの回転数である第 1 回転数と、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動後のタイミングである第 2 タイミングにおける前記モータの回転数である第 2 回転数を検出し、

前記制御処理では、前記制御回路が、前記第 1 回転数と前記第 2 回転数に基づいて、前記第 1 タイミングから前記クラッチをオンする第 3 タイミングまでの期間に前記モータの回転数を変化させ、

前記制御回路が、

前記制御処理における前記シフトチェンジがアップシフトであるときに、前記第 1 タイミングから前記第 3 タイミングまでの期間内に前記モータの回転数を低下させ、

前記制御処理における前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに、前記第 1 タイミングから前記第 3 タイミングまでの期間内に前記モータの回転数を上昇させ、

10

前記制御回路が、前記制御処理における前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに、前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクが基準値以上の場合には、前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクが基準値未満の場合よりも、前記モータの回転数を速く上昇させる、

電動車両。

【請求項 2】

電動車両であって、

モータと、

クラッチと、

20

入力軸と出力軸を有し、前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されており、前記出力軸が駆動輪に動力を伝達し、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する変速機と、

前記モータの回転数を検出する回転数センサと、

前記モータを制御する制御回路、

を有し、

前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能であり、

前記制御回路が、

前記シフトチェンジが実行されるときに、前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、

30

前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに、前記学習処理で検出された前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する制御処理、

を実行し、

前記学習処理では、前記制御回路が、前記クラッチをオフする第 1 タイミングにおける前記モータの回転数である第 1 回転数と、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動後のタイミングである第 2 タイミングにおける前記モータの回転数である第 2 回転数を検出し、

前記制御処理では、前記制御回路が、前記第 1 回転数と前記第 2 回転数に基づいて、前記第 1 タイミングから前記クラッチをオンする第 3 タイミングまでの期間に前記モータの回転数を変化させ、

40

前記制御回路が、

前記制御処理では、前記第 3 タイミングから前記第 2 タイミングまで前記モータの目標回転数を一定値に維持する回転数制御を実施し、前記第 3 タイミング後に前記回転数センサによって検出される前記モータの回転数が基準値以上の勾配で変化したときは前記回転数制御を中止する、

電動車両。

【請求項 3】

電動車両であって、

モータと、

50

クラッチと、

入力軸と出力軸を有し、前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されており、前記出力軸が駆動輪に動力を伝達し、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する変速機と、

前記モータの回転数を検出する回転数センサと、

前記モータを制御する制御回路、

を有し、

前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能であり、

前記制御回路が、

前記シフトチェンジが実行されるときに、前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、

前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに、前記学習処理で検出された前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する制御処理、

を実行し、

前記学習処理では、前記制御回路が、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動波形を検出し、

前記制御処理では、前記制御回路が、前記学習処理で検出された前記振動波形に基づいて、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動を抑制するように前記モータを制御する、

電動車両。

【請求項 4】

電動車両であって、

モータと、

クラッチと、

入力軸と出力軸を有し、前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されており、前記出力軸が駆動輪に動力を伝達し、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する変速機と、

前記モータの回転数を検出する回転数センサと、

前記モータを制御する制御回路、

を有し、

前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能であり、

前記制御回路が、

前記シフトチェンジが実行されるときに、前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、

前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに、前記学習処理で検出された前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する制御処理、

を実行し、

前記制御回路が、前記回転数変化を、前記シフトチェンジで変更される前記ギア段の組み合わせごとに記憶領域に記憶し、

前記制御処理では、前記制御回路が、前記シフトチェンジで変更される前記ギア段の前記組み合わせを推定し、推定された前記組み合わせに対応する前記回転数変化を前記記憶領域から読み出し、読み出した前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する、電動車両。

【請求項 5】

前記制御回路が、

前記電動車両の始動時の前記ギア段を第 1 速と推定し、

前記シフトチェンジがアップシフトであるときに、前記ギア段が 1 段上がったと推定し、

前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに、前記ギア段が 1 段下がったと推定す

10

20

30

40

50

る、

請求項 4 に記載の電動車両。

【請求項 6】

前記制御回路が、前記クラッチをオフする前の前記モータの回転数の変化勾配に基づいて、前記シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるかを判定する、請求項 1、4、5 のいずれか一項に記載の電動車両。

【請求項 7】

前記制御回路が、前記クラッチをオフする前の前記モータの回転数の変化勾配と前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクに基づいて、前記シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるかを判定する、請求項 1、4、5、6 のいずれか一項に記載の電動車両。

10

【請求項 8】

電動車両であって、

モータと、

クラッチと、

入力軸と出力軸を有し、前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されており、前記出力軸が駆動輪に動力を伝達し、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する変速機と、

前記モータの回転数を検出する回転数センサと、

前記モータを制御する制御回路、

20

を有し、

前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能であり、

前記制御回路が、

前記シフトチェンジが実行されるときに、前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、

前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに、前記学習処理で検出された前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御する制御処理、

を実行し、

前記制御回路が、前記回転数センサによって検出される前記モータの回転数の変化量と前記モータの駆動トルクの比に基づいて、前記クラッチがオンしているかオフしているかを判定する、

30

電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示の技術は、電動車両とその製造方法に関する。

【0002】

特許文献 1 に開示の電動車両は、モータと、クラッチと、変速機を有している。変速機の入力軸がクラッチを介してモータに接続されている。変速機の出力軸は駆動輪に動力を伝達する。変速機は、入力軸から出力軸に動力を伝達するギア段を変更する。また、電動車両は、シフトチェンジ時のモータの回転数を制御する制御回路を有している。制御回路は、シフトチェンジ中に、モータの回転数を制御することによって変速ショックを抑制する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開 WO 2013 / 061359 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 の技術では、シフトチェンジにおけるモータの適切な回転数が目標回転数として定められており、制御回路はシフトチェンジ中にモータの回転数を目標回転数に制御することによって変速ショックを抑制する。このため、適切な回転数が未知の場合には、特許文献 1 の技術を利用することができない。例えば、さまざまなガソリン車両（例えば、中古のガソリン車両）のエンジンをモータに交換することによって、電動車両を製造する場合がある。この場合、元のガソリン車両の構造によって変速ショックを抑制できる適切な回転数が異なり、制御回路に目標回転数を設定することが困難である。本明細書では、適切な回転数が未知の場合に変速ショックを抑制する技術を提案する。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 5 】

本明細書が開示する電動車両は、モータと、クラッチと、変速機と、回転数センサと、制御回路を有する。前記変速機は、入力軸と出力軸を有する。前記入力軸が前記クラッチを介して前記モータに接続されている。前記出力軸が駆動輪に動力を伝達する。前記変速機は、前記入力軸から前記出力軸に動力を伝達するギア段を変更する。前記回転数センサは、前記モータの回転数を検出する。前記制御回路は、前記モータを制御する。前記電動車両は、前記クラッチをオフした後に前記ギア段を変更し、前記ギア段を変更した後に前記クラッチをオンするシフトチェンジを実行可能である。前記制御回路が、前記シフトチェンジが実行されるときに前記回転数センサによって前記モータの回転数変化を検出する学習処理と、前記学習処理の後に前記シフトチェンジが実行されるときに前記学習処理で

20

【 0 0 0 6 】

この電動車両では、制御回路が、シフトチェンジが実行されるときに回転数センサによってモータの回転数変化を検出する学習処理を実行する。シフトチェンジにおけるモータの回転数変化を検出することで、変速ショックを抑制できるモータの回転数を算出することが可能となる。制御回路は、学習処理の後にシフトチェンジが実行されるときに、学習処理で検出された回転数変化に基づいてモータの回転数を制御する。したがって、制御回路は、モータの回転数を適切に制御して変速ショックを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 0 7 】

【図 1】電動車両の駆動系を示すブロック図。

【図 2】電動車両の製造に使用されるガソリン車両の駆動系を示すブロック図。

【図 3】ECU が記憶している変速特性と捻じれ特性を示す表。

【図 4】シフトチェンジ時に ECU が実行する処理の前半を示すフローチャート。

【図 5】シフトチェンジ時に ECU が実行する処理の後半を示すフローチャート。

【図 6】未学習の場合のダウンシフトにおけるモータの回転数を示すグラフ。

【図 7】未学習の場合のアップシフトにおけるモータの回転数を示すグラフ。

【図 8】学習済の場合のダウンシフトにおけるモータの回転数を示すグラフ。

【図 9】学習済の場合のアップシフトにおけるモータの回転数を示すグラフ。

40

【図 10】制振制御における振動の予測値とトルク指令値を示すグラフ。

【図 11】ブリッピング時のモータの回転数を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記学習処理では、前記制御回路が、前記クラッチをオフする第 1 タイミングにおける前記モータの回転数である第 1 回転数と、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動後のタイミングである第 2 タイミングにおける前記モータの回転数である第 2 回転数を検出してもよい。また、前記制御処理では、前記制御回路が、前記第 1 回転数と前記第 2 回転数に基づいて、前記第 1 タイミングから前記クラッチをオンする第 3 タイミングまでの期間に前記モータの回転数を変

50

化させてもよい。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、クラッチをオンするタイミングにおいて、モータの回転数と変速機の入力軸の回転数の差を小さくすることができる。したがって、好適に変速ショックを抑制できる。

【 0 0 1 0 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記制御処理における前記シフトチェンジがアップシフトであるときに、前記第 1 タイミングから前記第 3 タイミングまでの期間内に前記モータの回転数を低下させてもよい。また、前記制御回路が、前記制御処理における前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに、前記第 1 タイミングから前記第 3 タイミングまでの期間内に前記モータの回転数を上昇させてもよい。

10

【 0 0 1 1 】

この構成によれば、好適に変速ショックを抑制できる。

【 0 0 1 2 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記制御処理における前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに、前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクが基準値以上の場合には、前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクが基準値未満の場合よりも、前記モータの回転数を速く上昇させてもよい。

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、要求トルクが基準値以上の場合に、短時間でモータの回転数を適正値まで上昇させることができ、短時間で変速ショックが少ないダウンシフトを行うことができる。

20

【 0 0 1 4 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記制御処理では、前記第 3 タイミングから前記第 2 タイミングまで前記モータの目標回転数を一定値に維持する回転数制御を実施し、前記第 3 タイミング後に前記回転数センサによって検出される前記モータの回転数が基準値以上の勾配で変化したときは前記回転数制御を中止してもよい。

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、回転数制御中にモータの回転数が変速機の入力軸の回転数に対して適合していない場合に、回転数制御を中止することができる。

30

【 0 0 1 6 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記学習処理では、前記制御回路が、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動波形を検出してもよい。前記制御処理では、前記制御回路が、前記学習処理で検出された前記振動波形に基づいて、前記クラッチをオンした後に生じる前記モータの回転数の振動を抑制するように前記モータを制御してもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、クラッチをオンした後に、モータの回転数の振動を抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記回転数変化を、前記シフトチェンジで変更される前記ギア段の組み合わせごとに記憶領域に記憶してもよい。前記制御処理では、前記制御回路が、前記シフトチェンジで変更される前記ギア段の前記組み合わせを推定し、推定された前記組み合わせに対応する前記回転数変化を前記記憶領域から読み出し、読み出した前記回転数変化に基づいて前記モータの回転数を制御してもよい。

40

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、シフトチェンジ時のギア段の組み合わせに応じて適切にモータの回転数を制御できる。

【 0 0 2 0 】

50

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記電動車両の始動時の前記ギア段を第１速と推定し、前記シフトチェンジがアップシフトであるときに前記ギア段が１段上がったと推定し、前記シフトチェンジがダウンシフトであるときに前記ギア段が１段下がったと推定してもよい。

【００２１】

この構成によれば、ギア段を検出するセンサを用いることなく、ギア段を推定することができる。

【００２２】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記クラッチをオフする前の前記モータの回転数の変化勾配に基づいて、前記シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるかを判定してもよい。

10

【００２３】

この構成によれば、ギア段を検出するセンサを用いることなく、シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるか検出することができる。

【００２４】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記クラッチをオフする前の前記モータの回転数の変化勾配と前記クラッチをオフした後の前記モータに対する要求トルクに基づいて、前記シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるかを判定してもよい。

【００２５】

20

この構成によれば、ギア段を検出するセンサを用いることなく、シフトチェンジがアップシフトであるかダウンシフトであるか検出することができる。

【００２６】

本明細書が開示する一例の電動車両では、前記制御回路が、前記回転数センサによって検出される前記モータの回転数の変化量と前記モータの駆動トルクの比に基づいて、前記クラッチがオンしているかオフしているかを判定してもよい。

【００２７】

この構成によれば、クラッチの状態を検出するセンサを用いることなく、クラッチがオンしているかオフしているかを検出できる。

【００２８】

30

本明細書は、上記の電動車両の製造方法を提案する。この製造方法は、前記クラッチを介して前記変速機の前記入力軸に接続されているエンジンを備える車両を準備する工程と、前記車両の前記エンジンを前記モータに交換する工程、を有する。

【００２９】

この製造方法で製造された電動車両では、変速ショックが生じ難い回転数が、元の車両の駆動系の特性によって異なる。この製造方法によって製造された車両に上記の学習処理と制御処理を実行する制御回路を搭載することで、変速ショックを抑制できる。

【００３０】

図１は、実施形態の電動車両の駆動系を示している。図１の電動車両は、モータ１０によって駆動輪４０を駆動させて走行する。図１の電動車両は、図２のガソリン車両を利用して製造された車両である。図２のガソリン車両は、エンジン１１０と、クラッチ２０と、変速機３０を有している。図２のガソリン車両では、エンジン１１０からクラッチ２０と変速機３０を介して駆動輪４０へ動力が伝達される。図１の電動車両は、図２のガソリン車両のエンジン１１０をモータ１０に交換することによって製造されたものである。したがって、図１の電動車両では、モータ１０からクラッチ２０と変速機３０を介して駆動輪４０へ動力が伝達される。

40

【００３１】

モータ１０は、出力軸１０ａを有している。変速機３０は、入力軸３０ａと出力軸３０ｂを有している。モータ１０の出力軸１０ａは、クラッチ２０を介して変速機３０の入力軸３０ａに接続されている。クラッチ２０がオンするとモータ１０の出力軸１０ａから変

50

速機 30 の入力軸 30 a に動力が伝わる状態となり、クラッチ 20 がオフするとモータ 10 の出力軸 10 a から変速機 30 の入力軸 30 a に動力が伝わらない状態となる。クラッチ 20 は、ドライバによって操作される。変速機 30 は、複数のギア段を有している。入力軸 30 a からギア段を介して出力軸 30 b へ動力が伝えられる。変速機 30 は、入力軸 30 a から出力軸 30 b へ動力を伝えるギア段を変更することで、入力軸 30 a の出力軸 30 b に対する回転比率（すなわち、変速比）を変更する。ドライバがシフトレバーを操作することで、変速機 30 のギア段が変更される。すなわち、変速機 30 は、いわゆるマニュアルトランスミッションである。変速機 30 の出力軸 30 b は、図示しないピニオンギア、リングギア、ドライブシャフト等を介して駆動輪 40 に接続されている。

【0032】

図 1 の電動車両は、モータ 10 を制御する制御回路 50 と、モータ 10 の回転数（単位：rpm）を検出する回転数センサ 60 を有している。制御回路 50 は、ECU（Electric Control Unit）52 とインバータ 54 を有している。インバータ 54 は、モータ 10 に交流電力を供給する。すなわち、モータ 10 は、交流電力によって動作する交流モータである。ECU 52 は、インバータ 54 を制御することによって、インバータ 54 からモータ 10 に供給される交流電力の周波数と振幅を制御する。これによって、モータ 10 の回転数と駆動トルクが制御される。回転数センサ 60 は、モータ 10 の出力軸 10 a の回転数を検出する。

【0033】

電動車両の製造に利用されるガソリン車両の規格はさまざまであるので、元のガソリン車両が有しているセンサ（例えば、クラッチ 20 の状態を検出するセンサ、変速機 30 のギア段を検出するセンサ、変速機 30 の出力軸 30 b の回転数を検出するセンサなど）の検出値を ECU 52 に入力することができない。したがって、ECU 52 は、回転数センサ 60 で検出されるモータ 10 の回転数に基づいて、駆動系の状態を検出する。また、電動車両の製造に利用されるガソリン車両の駆動系（すなわち、クラッチ 20、変速機 30 等）のシフトチェンジ時の特性はさまざまである。したがって、図 1 の電動車両では、ECU 52 が駆動系のシフトチェンジ時の特性を学習し、学習結果に応じてシフトチェンジ時にモータ 10 の回転数を制御する。以下に、シフトチェンジ時に ECU 52 が実行する処理について説明する。

【0034】

ECU 52 は、電動車両の起動時のギア段を、第 1 速と推定する。また、後に詳述するが、ECU 52 は、シフトチェンジ時にアップシフトであるかダウンシフトであるかを判定する。アップシフトと判定した場合には、ECU 52 は、ギア段が 1 段上がったと推定する。ダウンシフトと判定した場合には、ECU 52 は、ギア段が 1 段下がったと推定する。したがって、ECU 52 は、電動車両の走行中に常に現在のギア段を特定している。

【0035】

ECU 52 は、記憶領域を有している。ECU 52 は、記憶領域に駆動系の変速特性と捻じれ特性を記憶している。変速特性は、シフトチェンジ時に変速機 30 の入力軸 30 a の回転数がどの程度変化するかを表す指標である。例えば、ECU 52 は、図 3 に示すように、シフトチェンジ時に変更するギア段の組み合わせごとに変速特性を記憶している。変速特性の詳細については、後述する。捻じれ特性は、シフトチェンジ時に生じるモータ 10 の回転数の振動を表す特性である。例えば、ECU 52 は、図 3 に示すように、シフトチェンジ時に変更するギア段の組み合わせごとに捻じれ特性を記憶している。捻じれ特性の詳細については、後述する。なお、記憶領域に記憶される変速特性と捻じれ特性は、ECU 52 が学習処理を実行することで取得される。したがって、ECU 52 が未学習の場合には、ECU 52 の記憶領域に変速特性と捻じれ特性として空の値（すなわち、NULL 値）が記憶されている。

【0036】

図 4、5 は、シフトチェンジ時に ECU 52 が実行する処理を示している。ステップ S2 では、ECU 52 は、クラッチ 20 がオフしているか否かを判定する。ECU 52 は、

10

20

30

40

50

電動車両の走行中にステップＳ２を繰り返し実行する。ステップＳ２では、ＥＣＵ５２は、モータ１０に対するトルク指令値と回転数センサ６０で検出されるモータ１０の回転数の変化量の比に基づいて、クラッチ２０がオフしているか否かを検出する。すなわち、クラッチ２０がオフしている状態では、モータ１０が駆動輪４０から切り離されているので、モータ１０の回転数が変化し易い。このため、トルク指令値が同一であっても、クラッチ２０がオフしている場合には、クラッチ２０がオンしている場合よりも、モータ１０の回転数の変化量のはるかに大きくなる。ステップＳ２では、ＥＣＵ５２は、モータ１０の回転数の変化量をトルク指令値で除算した値が基準値以上の場合にクラッチ２０がオフしたと判定する。

【００３７】

ドライバは、クラッチ２０をオフした後に、変速機３０のギア段を変更する。ギア段を変更すると、変速機３０の入力軸３０ａの回転数が変化する。すなわち、シフトダウンの場合には、変速機３０の入力軸３０ａの回転数が上昇する。シフトアップの場合には、変速機３０の入力軸３０ａの回転数が低下する。ドライバは、ギア段の変更後に、クラッチ２０をオンする。モータ１０の回転数（すなわち、モータ１０の出力軸１０ａの回転数）と変速機３０の入力軸３０ａの回転数の差が大きい状態でクラッチ２０をオンすると、大きい変速ショックが生じる。したがって、ＥＣＵ５２は、クラッチ２０がオフしてからクラッチ２０がオンするまでの期間に、モータ１０の回転数と変速機３０の入力軸３０ａの回転数の差を小さくする処理を行うことができる。また、ＥＣＵ５２は、クラッチ２０がオンした後に、振動を抑制する制振制御を行うことができる。ＥＣＵ５２が実行する処理は、ＥＣＵ５２が変速特性及び捻じれ特性を学習済であるか否かによって変化する。

【００３８】

まず、ＥＣＵ５２が変速特性及び捻じれ特性を未学習である場合について説明する。図６、７は、ＥＣＵ５２が変速特性及び捻じれ特性を未学習である場合におけるシフトチェンジ時のモータ１０の回転数の変化を示している。図６、７において、タイミングｔ１は、ステップＳ２でクラッチ２０がオフしたと判定されたタイミングである。

【００３９】

クラッチ２０がオフしたと判定すると、ＥＣＵ５２は、ステップＳ４を実行する。ステップＳ４では、ＥＣＵ５２は、クラッチ２０がオフしたタイミングｔ１におけるモータ１０の回転数（以下、回転数ｒ１という）を回転数センサ６０によって検出する。ＥＣＵ５２は、回転数ｒ１を記憶する。

【００４０】

次に、ＥＣＵ５２は、ステップＳ６～Ｓ１２で、シフトチェンジがアップシフトかダウンシフトかを判定する。

【００４１】

ステップＳ６では、ＥＣＵ５２は、電動車両が減速中か否かを判定する。ここでは、ＥＣＵ５２は、クラッチ２０がオフしたときのモータ１０の回転数の変化率 dr/dt に基づいて判定を行う。すなわち、ＥＣＵ５２は、変化率 dr/dt が負の値であるときは、電動車両が減速中であるので、ステップＳ６でＹＥＳと判定する。例えば、図６では、タイミングｔ１においてモータ１０の回転数が減少しているので、ステップＳ６でＹＥＳと判定される。また、ＥＣＵ５２は、変化率 dr/dt が正の値またはゼロであるときは、電動車両が加速中または等速であるので、ステップＳ６でＮＯと判定する。例えば、図７では、タイミングｔ１においてモータ１０の回転数が増加しているため、ステップＳ６でＮＯと判定される。

【００４２】

ステップＳ６でＹＥＳと判定した場合には、ＥＣＵ５２は、ステップＳ１２でシフトチェンジがダウンシフトであると判定する。

【００４３】

ステップＳ６でＮＯと判定した場合には、ＥＣＵ５２は、ステップＳ８でＥＣＵ５２に入力される要求トルクが基準値以上であるか否かを判定する。ＥＣＵ５２に入力される要

10

20

30

40

50

求トルクは、ドライバによるアクセルペダルの踏み込み量によって変化する。通常のシフトチェンジでは、ドライバはアクセルペダルを踏み込まないので、要求トルクは低い値である。しかしながら、ブリッピングと呼ばれる技術では、ドライバはシフトチェンジと並行してアクセルペダルを踏み込む。この場合、シフトチェンジ中に要求トルクが基準値以上に高くなる。ステップ S 8 では、E C U 5 2 は、要求トルクが基準値以上であるか否かを判定することで、ドライバがブリッピングを行っているか否かを判定する。ステップ S 8 で Y E S と判定した場合（すなわち、ドライバがブリッピングを行っている場合）には、E C U 5 2 は、ステップ S 1 2 でシフトチェンジがダウンシフトであると判定する。また、ステップ S 8 で N O と判定した場合（すなわち、ドライバがブリッピングを行っていない場合）には、E C U 5 2 は、ステップ S 1 0 でシフトチェンジがアップシフトであると判定する。

10

【 0 0 4 4 】

以上の通り、E C U 5 2 は、電動車両が減速中の場合には、ブリッピングが行われているか否かにかかわらずシフトチェンジがダウンシフトであると判定する。また、E C U 5 2 は、電動車両が加速中または等速の場合であってブリッピングが行われている場合には、シフトチェンジがダウンシフトであると判定する。また、E C U 5 2 は、電動車両が加速中または等速の場合であってブリッピングが行われていない場合には、シフトチェンジがアップシフトであると判定する。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 2 でシフトチェンジがダウンシフトであると判定した場合には、E C U 5 2 は、ステップ S 1 6 でトルクアップ制御を開始する。すなわち、E C U 5 2 は、モータ 1 0 に対するトルク指令値を上昇させ、モータ 1 0 の回転数を上昇させる。例えば、図 6 では、クラッチ 2 0 がオフしたタイミング t 1 以降に、E C U 5 2 がトルク指令値を上昇させるので、モータ 1 0 の回転数が上昇している。また、ブリッピングが行われている場合には、E C U 5 2 はトルク指令値をより高い値まで上昇させ、モータ 1 0 の回転数をより速く上昇させる。トルクアップ制御は、後述するステップ S 2 2 またはステップ S 2 4 まで継続される。

20

【 0 0 4 6 】

また、ステップ S 1 0 でシフトチェンジがアップシフトであると判定した場合には、E C U 5 2 は、ステップ S 1 4 でトルクダウン制御を開始する。すなわち、E C U 5 2 は、モータ 1 0 に対するトルク指令値を低下させ、モータ 1 0 の回転数を低下させる。例えば、図 7 では、クラッチ 2 0 がオフしたタイミング t 1 以降に、E C U 5 2 がトルク指令値を低下させるので、モータ 1 0 の回転数が低下している。トルクダウン制御は、ステップ S 2 2 またはステップ S 2 4 まで継続される。

30

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 4 またはステップ S 1 6 を実行すると、E C U 5 2 は、ステップ S 1 8 でシフトチェンジ後のギア段を特定する。上述したように、シフトチェンジ前において、E C U 5 2 はギア段を特定している。アップシフトの場合には、E C U 5 2 は、シフトチェンジ前のギア段に対して 1 つ上のギア段を、シフトチェンジ後のギア段として特定する。ダウンシフトの場合には、E C U 5 2 は、シフトチェンジ前のギア段に対して 1 つ下のギア段を、シフトチェンジ後のギア段として特定する。このように、ステップ S 1 8 では、実行中のシフトチェンジで変更されるギア段の組み合わせが特定される。以下では、シフトチェンジで変更されるギア段の組み合わせを、シフトチェンジの種類という場合がある。

40

【 0 0 4 8 】

次に、E C U 5 2 は、ステップ S 2 0 を実行する。ステップ S 2 0 では、E C U 5 2 は、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する変速特性が学習済であるか否かを判定する。すなわち、E C U 5 2 は、図 3 に例示する変速特性のデータセットにアクセスし、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する変速特性を学習済であるか否かを判定する。E C U 5 2 は、対象の変速特性を学習済の場合にはステップ S 2 0 で Y E S と判定し、対象の変速特性を未学習の場合にはステップ S 2 0 で N O と判定

50

する。図 6、7 の例では、E C U 5 2 は変速特性を未学習であるので、E C U 5 2 はステップ S 2 0 で N O と判定する。この場合、E C U 5 2 はステップ S 2 4 を実行する。ステップ S 2 4 では、E C U 5 2 は、モータ 1 0 の回転数をモニタし、モータ 1 0 の回転数が予め決められた量だけ変化した段階でトルクアップ制御またはトルクダウン制御を終了する。例えば、図 6 では、モータ 1 0 の回転数が予め決められた量 Δr_x だけ上昇したタイミング t 2 で、E C U 5 2 がトルクアップ制御を終了する。また、例えば、図 7 では、モータ 1 0 の回転数が予め決められた量 Δr_x だけ低下したタイミング t 2 で、E C U 5 2 がトルクダウン制御を終了する。E C U 5 2 は、トルクアップ制御またはトルクダウン制御が終了した後は、モータ 1 0 の回転数を一定に維持するようにモータ 1 0 を制御する。

【 0 0 4 9 】

10

図 6、7 において、回転数 r_2 は、トルクアップ制御またはトルクダウン制御の実施後のモータ 1 0 の回転数を示している。また、回転数 r_h は、ギア段を変更した後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の実際の回転数を示している。上述したように、E C U 5 2 は、変速特性を未学習の場合には、モータ 1 0 の回転数を予め決められた量 Δr_x だけ変化させる。このため、回転数 r_2 を回転数 r_h に対して正確に合わせることができない。

【 0 0 5 0 】

E C U 5 2 は、シフトチェンジ中に、ステップ S 2 と同様に、モータ 1 0 の回転数変化量とトルク指令値の比をモニタしている。ドライバがクラッチ 2 0 をオンすると、モータ 1 0 の回転数の変化量をトルク指令値で除算した値が基準値未満の値まで低下する。すると、E C U 5 2 は、ステップ S 2 6 でクラッチ 2 0 がオンしたと判定する。例えば、図 6、7 では、タイミング t 3 でクラッチ 2 0 がオンする。

20

【 0 0 5 1 】

クラッチ 2 0 のオンを検出すると、E C U 5 2 は、ステップ S 2 8 を実行する。ステップ S 2 8 では、E C U 5 2 は、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する捻じれ特性を学習済みか否かを判定する。すなわち、E C U 5 2 は、図 3 に例示する捻じれ特性のデータセットにアクセスし、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する捻じれ特性を学習済みであるか否かを判定する。E C U 5 2 は、対象の捻じれ特性を未学習の場合には、ステップ S 2 8 で N O と判定してステップ S 3 0、S 3 2 をスキップする。すなわち、E C U 5 2 は、対象の捻じれ特性を未学習の場合には、ステップ S 3 2 の制振制御を実行しない。

30

【 0 0 5 2 】

以上に説明したように、E C U 5 2 が変速特性を未学習の状態では、ギア段の変更後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数 r_h に対して、モータ 1 0 の回転数 r_2 を正確に合わせることができない。また、E C U 5 2 が捻じれ特性を未学習の状態では、クラッチ 2 0 がオンした後に制振制御が実行されない。したがって、クラッチ 2 0 がオンした直後に、大きい変速ショックが生じる。例えば、図 6、7 では、クラッチ 2 0 がオンしたタイミング t 3 の直後の期間 T 1 において、モータ 1 0 の回転数が大きく振動する。また、振動が生じている期間 T 1 の前後で、モータ 1 0 の回転数が大きく変化する。例えば、図 6 では、タイミング t 3 においてクラッチ 2 0 がオンすると、モータ 1 0 の出力軸 1 0 a が変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転に引きずられることによって、モータ 1 0 の回転数が入力軸 3 0 a の回転数 r_h と略一致する回転数 r_3 まで上昇する。また、図 7 では、タイミング t 3 においてクラッチ 2 0 がオンすると、モータ 1 0 の出力軸 1 0 a が変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転に引きずられることによって、モータ 1 0 の回転数が入力軸 3 0 a の回転数 r_h と略一致する回転数 r_3 まで低下する。このように、E C U 5 2 が変速特性と捻じれ特性を未学習の状態では、クラッチ 2 0 がオンした後にモータ 1 0 の回転数が大きく変動し、電動車量に大きい変速ショックが生じる。

40

【 0 0 5 3 】

E C U 5 2 は、クラッチ 2 0 がオンした後に、モータ 1 0 の回転数をモニタする。E C U 5 2 は、モータ 1 0 の回転数の振動が収まったタイミング t 4 において、ステップ S 3 4、S 3 6 を実行する。

50

【 0 0 5 4 】

ステップ S 3 4 では、E C U 5 2 は、期間 T 1 の間に発生したモータ 1 0 の回転数の振動波形を、捻じれ特性として記憶する。ここでは、E C U 5 2 は、検出された振動波形を、ステップ S 1 8 で特定されたシフトチェンジの種類に対応する捻じれ特性として記憶する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 3 6 では、E C U 5 2 は、タイミング t 4 におけるモータ 1 0 の回転数 r_3 を検出する。次に、E C U 5 2 は、ステップ S 3 8 において、回転数 r_3 を回転数 r_1 で除算することによって、シフトチェンジの前後におけるモータ 1 0 の回転数の変化率 r_3 / r_1 を算出する。シフトチェンジ前のモータ 1 0 の回転数 r_1 は、シフトチェンジ前の
10
変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数と等しい。また、シフトチェンジ後のモータ 1 0 の回転数 r_3 は、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数と等しい。したがって、変化率 r_3 / r_1 は、シフトチェンジにおける変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数の変化率に等しい。E C U 5 2 は、変化率 r_3 / r_1 を変速特性として記憶する。E C U 5 2 は、ステップ S 3 8 で算出した変化率 r_3 / r_1 を、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する変速特性として記憶する。

【 0 0 5 6 】

なお、シフトチェンジ前のギア段が変速比 A を有している場合、シフトチェンジ開始時の変速機 3 0 の出力軸 3 0 b の回転数 r_s は、 $r_s = r_1 / A$ の関係を満たす。また、シフトチェンジの前後で出力軸 3 0 b の回転数 r_s はほとんど変化しない。また、シフトチェンジ後のギア段が変速比 B を有している場合、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数 r_h は、 $r_h = B \cdot r_s = (B / A) \cdot r_1$ (以下、数式 1 という) の関係を満たす。また、シフトチェンジ後のモータ 1 0 の回転数 r_3 は、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数 r_h と等しいので、 $r_3 = r_h$ (以下、数式 2 という) の関係を満たす。上記数式 1、2 から、 $r_3 / r_1 = B / A$ (以下、数式 3 という) の関係が得られる。すなわち、変化率 r_3 / r_1 は、シフトチェンジ前後におけるギア段の変速比 A、B の比と略等しい。変化率 r_3 / r_1 に対してシフトチェンジ前のモータ 1 0 の回転数を乗算すると、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数 r_h の予測値を算出できる。このように、変速特性は、シフトチェンジ後の入力軸 3 0 a の回転数 r_h を予測することが可能な値である。
20
30

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態では、変速特性が変化率 r_3 / r_1 であるが、変速特性として他の値を採用してもよい。例えば、変速特性が、シフトチェンジの種類と、シフトチェンジ開始時のモータ 1 0 の回転数に基づいてシフトチェンジ後の入力軸 3 0 a の回転数 r_h の予測値を算出可能な関数、データベース等であってもよい。また、シフトチェンジごとに変速特性を学習する場合には、変速特性は、シフトチェンジ開始時のモータ 1 0 の回転数に基づいてシフトチェンジ後の入力軸 3 0 a の回転数 r_h の予測値を算出可能な関数、データベース等であってもよい。

【 0 0 5 8 】

以上に説明したように、E C U 5 2 は、変速特性と捻じれ特性を未学習の場合には、変速特性と捻じれ特性を学習する。
40

【 0 0 5 9 】

次に、変速特性と捻じれ特性を学習済の場合のシフトチェンジについて説明する。図 8、9 は、変速特性と捻じれ特性を学習済の場合のシフトチェンジにおけるモータ 1 0 の回転数の変化を例示している。

【 0 0 6 0 】

変速特性と捻じれ特性を学習済の場合でも、未学習の場合と同様にして、E C U 5 2 はステップ S 2 ~ S 1 8 を実行する。したがって、図 8、9 においては、図 6、7 と同様に、タイミング t 1 においてクラッチ 2 0 のオフが検出され、タイミング t 1 におけるモータ 1 0 の回転数 (以下、回転数 r_{11} という) が検出され、タイミング t 1 以降にトルク
50

ダウン制御またはトルクアップ制御が行われる。

【 0 0 6 1 】

変速特性を学習済の場合、E C U 5 2 は、ステップ S 2 0 で Y E S と判定する。すると、E C U 5 2 は、ステップ S 2 2 を実行する。ステップ S 2 2 では、E C U 5 2 は、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する変速特性を記憶領域から読み出す。そして、読み出した変速特性と、ステップ S 4 で検出したモータ 1 0 の回転数 r_{11} から、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数の予測値 r_t を算出する。例えば、変速特性が変化率 r_3 / r_1 である場合には、E C U 5 2 は、 $r_t = (r_3 / r_1) \cdot r_{11}$ の数式により予測値 r_t を算出する。次に、E C U 5 2 は、予測値 r_t をモータ 1 0 の回転数の制御目標値に設定する。したがって、図 8、9 に示すように、E C U 5 2 は、モータ 1 0 の回転数が制御目標値 r_t と一致するまで、トルクアップ制御またはトルクダウン制御を実行する。タイミング t_5 でモータ 1 0 の回転数が制御目標値 r_t と一致した後は、E C U 5 2 は、モータ 1 0 の回転数が制御目標値 r_t と一致するように、モータ 1 0 の回転数を制御する。したがって、タイミング t_5 の直後は、モータ 1 0 の回転数が制御目標値 r_t と略一致する。モータ 1 0 の制御目標値 r_t は、シフトチェンジが完了するタイミング（すなわち、図 8、9 のタイミング t_7 ）まで維持される。

10

【 0 0 6 2 】

その後、ステップ S 2 6 で、E C U 5 2 がクラッチ 2 0 のオンを検出する。図 8、9 では、タイミング t_6 でクラッチ 2 0 がオンする。クラッチ 2 0 がオンすると、その後に、モータ 1 0 の回転数が振動する。上述したように、クラッチ 2 0 がオンする前に、モータ 1 0 の回転数が、シフトチェンジ後の変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数 r_h と略一致する制御目標値 r_t に制御されている。したがって、図 8、9 では、クラッチ 2 0 がオンした後に生じるモータ 1 0 の回転数の振動が小さく、また、振動の前後における回転数の変動が小さい。このように、変速特性を学習済の場合には、クラッチ 2 0 がオンする前にモータ 1 0 の回転数が回転数 r_h と略一致する値に制御されるので、変速ショックが小さい。

20

【 0 0 6 3 】

また、E C U 5 2 は、ステップ S 2 6 でクラッチ 2 0 のオンを検出すると、ステップ S 2 8 ~ S 3 2 において必要に応じて制振制御を実行する。

【 0 0 6 4 】

E C U 5 2 は、ステップ S 1 8 で特定したシフトチェンジの種類に対応する捻じれ特性を学習済の場合には、ステップ S 2 8 で Y E S と判定してステップ S 3 0 を実行する。ステップ S 3 0 では、E C U 5 2 は、対象の捻じれ特性の振幅（すなわち、学習処理において検出された回転数の振動波形の振幅）が基準値未満の場合には、ステップ S 3 0 で N O と判定し、制振制御を実行しない。E C U 5 2 は、対象の捻じれ特性の振幅が基準値以上の場合には、ステップ S 3 0 で Y E S と判断し、ステップ S 3 2 で制振制御を実行する。

30

【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、モータ 1 0 の回転数の振動の予測値と、制振制御におけるモータ 1 0 のトルク指令値 t_s を示している。E C U 5 2 は、制振制御の開始時であるタイミング t_{6x} （図 8、9 のタイミング t_6 と略一致するタイミング）において、記憶領域から対象の捻じれ特性を読み出し、タイミング t_{6x} 以後に生じる振動の予測値を算出する。クラッチ 2 0 をオンした後に生じる振動の周波数は、駆動系の構造（例えば、駆動系の共振周波数等）によって決まる。したがって、E C U 5 2 は、捻じれ特性（すなわち、学習処理で検出した振動波形）からタイミング t_{6x} 以後に生じる振動を予測することができる。E C U 5 2 は、タイミング t_{6x} 以後に生じる振動の予測値を算出すると、その予測値を微分等することによって、振動によってモータ 1 0 の回転軸に加わるトルクの予測値を算出する。次に、E C U 5 2 は、算出したトルクの予測値を打ち消すように、トルク指令値 t_s を算出する。E C U 5 2 は、タイミング t_{6x} 以後に、算出したトルク指令値 t_s のグラフに従ってモータ 1 0 のトルクを制御する。その結果、クラッチ 2 0 がオンした後に生じるモータ 1 0 の回転数の振動が抑制される。このように、制振制御が実行されることで、モータ 1 0 の回転数の振動がさらに抑制される。

40

50

【 0 0 6 6 】

その後、ECU 5 2 は、ステップ S 3 4 ~ S 3 8 を実行する。なお、捻じれ特性を学習済みの場合には、ステップ S 3 4 (すなわち、捻じれ特性の学習処理) をスキップしてもよいし、ステップ S 3 4 を実行してもよい。捻じれ特性を学習済みの場合にステップ S 3 4 を実行することで、より精度の高い制振制御を実行できる場合がある。また、変速特性を学習済みの場合には、ステップ S 3 6、S 3 8 (すなわち、変速特性の学習処理) をスキップしてもよいし、ステップ S 3 6、S 3 8 を実行してもよい。変速特性を学習済みの場合にステップ S 3 6、S 3 8 を実行することで、より高精度にモータ 1 0 の回転数を変速機 3 0 の入力軸 3 0 a の回転数に合わせることができる場合がある。

【 0 0 6 7 】

なお、ECU 5 2 は、クラッチ 2 0 がオンした後に要求トルクが基準値以上である場合 (すなわち、ブリッピングが行われている場合) には、ブリッピングが行われていない場合よりも、トルクアップ制御におけるトルク値を高くする。変速特性を学習済みの状態でブリッピングが行われると、図 1 1 に示すように、ブリッピングを検出したタイミング t_b 以降に ECU 5 2 がモータ 1 0 に対するトルク指令値をより高くする。その結果、タイミング t_b 以降に、モータ 1 0 の回転数がより速く上昇する。したがって、モータ 1 0 の回転数をより短時間で制御目標値 r_t に制御することができる。このため、ブリッピングが行われている場合には、より短時間で変速ショックが小さいシフトチェンジを実行できる。

【 0 0 6 8 】

また、上述したように、ECU 5 2 は、シフトチェンジごとにギア段が 1 段ずつ変更されたと推定する。しかしながら、ドライバが段飛ばしでギア段を変更する場合がある。例えば、ドライバが、第 2 速から第 4 速へアップシフトしたり、第 4 速から第 2 速へダウンシフトする場合がある。この場合、制御目標値 r_t が実際の入力軸 3 0 a の回転数 r_h とは大きく異なる値となり、クラッチ 2 0 がオンしたタイミング t_6 の直後にモータ 1 0 の回転数が大きく上昇または低下する場合がある。この場合に、ECU 5 2 がモータ 1 0 の回転数の目標値を制御目標値 r_t に維持していると、モータ 1 0 の挙動が異常となる場合がある。したがって、クラッチ 2 0 がオンしたタイミング t_6 の直後にモータ 1 0 の回転数が所定の基準値以上の勾配で変化 (すなわち、上昇または低下) した場合には、ECU 5 2 は、モータ 1 0 の回転数を制御目標値 r_t に維持しようとする制御を中止してもよい。

【 0 0 6 9 】

また、上記の実施形態では、シフトチェンジの種類ごとに捻じれ特性を学習したが、シフトチェンジの種類が変わっても捻じれ特性がほとんど変わらない場合には、1 つの捻じれ特性を学習するようにしてもよい。この場合、全てのシフトチェンジの種類に対して、共通の捻じれ特性に基づく制振制御を実行することができる。

【 0 0 7 0 】

上記のステップ S 3 6、S 3 8 は、第 1 回転数と第 2 回転数を検出する学習処理の一例である。上記のステップ S 2 2 は、第 1 回転数と第 2 回転数に基づいてモータの回転数を変化させる制御処理の一例である。上記のステップ S 3 4 は、振動波形を検出する学習処理の一例である。上記のステップ S 3 2 は、振動波形に基づいてモータの回転数の振動を抑制するようにモータを制御する制御処理の一例である。上記のタイミング t_1 は、第 1 タイミングの一例である。上記のタイミング t_4 は、第 2 タイミングの一例である。上記のタイミング t_6 は、第 3 タイミングの一例である。

【 0 0 7 1 】

以上、実施形態について詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例をさまざまに変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独あるいは各種の組み合わせによって技術有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組み合わせに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成するものであり、そのうちの 1 つの目的を達成すること自体で技術有

10

20

30

40

50

用性を持つものである。

【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

- 1 0 : モータ
- 1 0 a : 出力軸
- 2 0 : クラッチ
- 3 0 : 変速機
- 3 0 a : 入力軸
- 3 0 b : 出力軸
- 4 0 : 駆動輪
- 5 0 : 制御回路
- 5 2 : E C U
- 5 4 : インバータ
- 6 0 : 回転数センサ

10

20

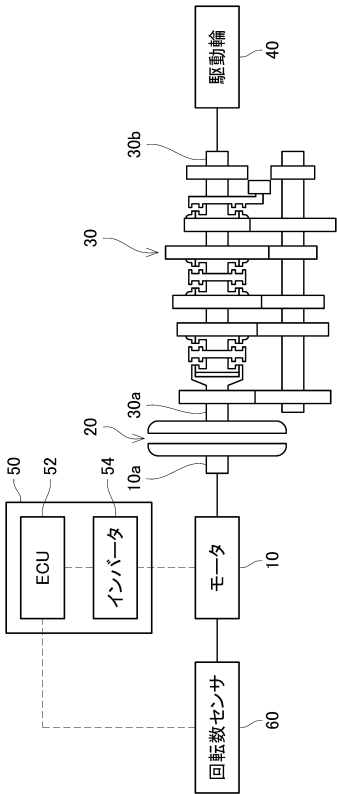
30

40

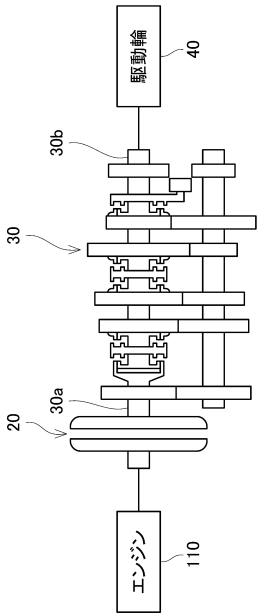
50

【図面】

【図 1】



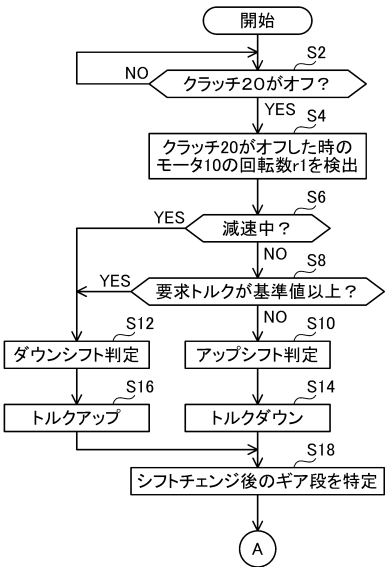
【図 2】



【図 3】

変更するギア段の組み合わせ (シフトチェンジの種類)	変速特性	検知れ特性
第1速 → 第2速	0.57	グラフA
第2速 → 第3速	0.68	グラフB
第3速 → 第4速	0.70	グラフC
第4速 → 第5速	0.70	グラフD
第5速 → 第4速	1.43	グラフE
第4速 → 第3速	1.43	グラフF
第3速 → 第2速	1.47	グラフG
第2速 → 第1速	1.75	グラフH

【図 4】



10

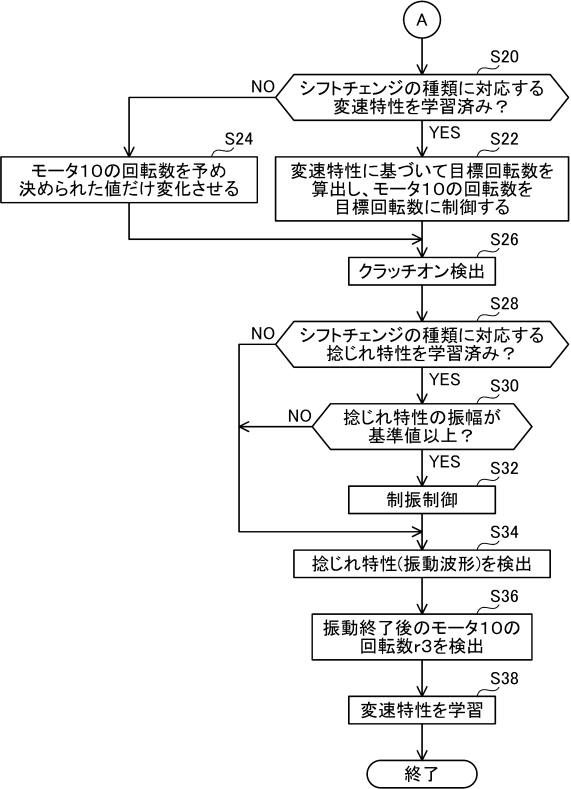
20

30

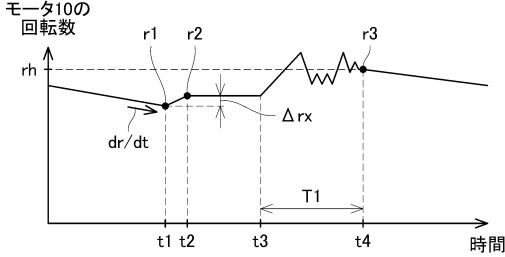
40

50

【図 5】



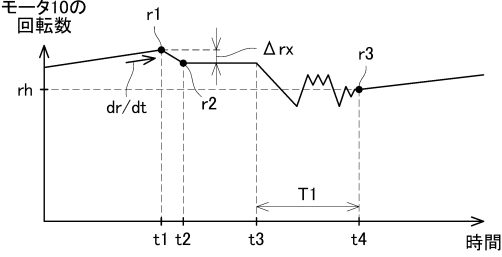
【図 6】



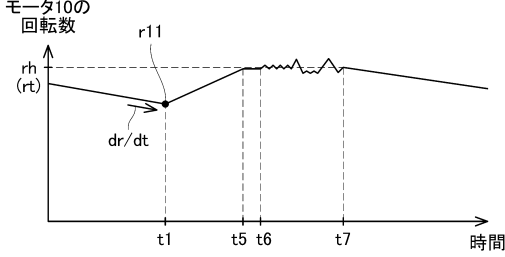
10

20

【図 7】



【図 8】

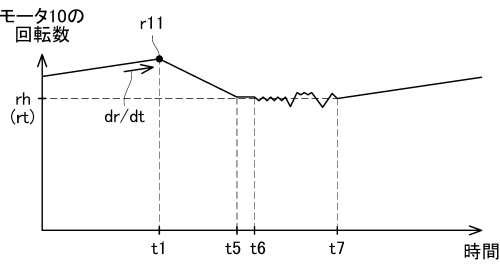


30

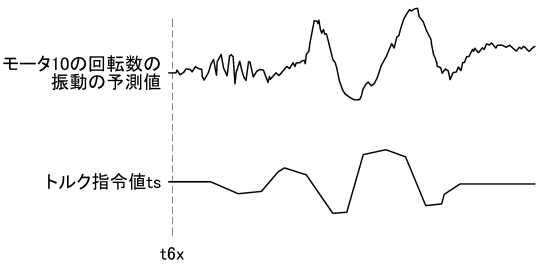
40

50

【図 9】

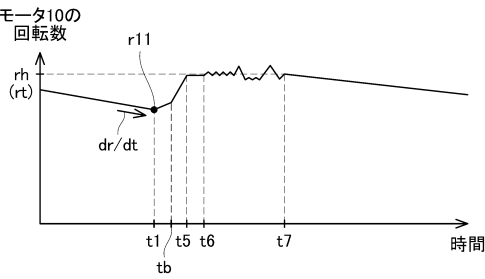


【図 10】



10

【図 11】



20

30

40

50

フロントページの続き

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 藤森 一真

(56)参考文献 米国特許出願公開第2017/0197628(US, A1)

特開2015-087001(JP, A)

特開2017-223211(JP, A)

特開2020-085073(JP, A)

特開2020-104637(JP, A)

中国特許出願公開第107757607(CN, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 - 13/00

B60L 15/00 - 58/40

B60W 10/00 - 60/00

F16H 59/00 - 61/12

F16H 61/16 - 61/24

F16H 61/66 - 61/70

F16H 63/40 - 61/50