

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年5月2日(02.05.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/061359 A1

- (51) 国際特許分類: *B60L 15/20* (2006.01) *B62J 99/00* (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/005944
- (22) 国際出願日: 2011年10月24日(24.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松嶋 博英 (MATSUSHIMA, Hirohide). 松田 義基(MATSUDA, Yoshimoto).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC VEHICLE

(54) 発明の名称: 電動車両

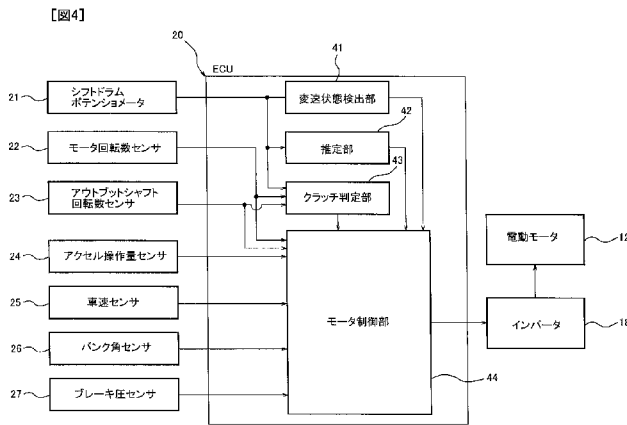


FIG. 4:
 12 Electric motor
 18 Inverter
 21 Shift drum potentiometer
 22 Motor rotational speed sensor
 23 Output shaft rotational speed sensor
 24 Accelerator operation amount sensor
 25 Vehicle speed sensor
 26 Bank angle sensor
 27 Brake pressure sensor
 41 Gear shift state detection unit
 42 Estimation unit
 43 Clutch determination unit
 44 Motor control unit

(57) Abstract: An electric vehicle comprises: a motor for generating driving power; a manual transmission for, in order to transmit the power output from the motor, selecting one of a plurality of power transmission paths mechanically in conjunction with a driver's operation and changing the power transmission paths; a gear shift state detection device capable of detecting whether the manual transmission is in a power transmission state in which the changing of the power transmission paths is completed or in a power cutoff state in which the changing of the power transmission paths is in process; and a motor control device for executing a first control routine. In the first control routine, when it is detected by the gear shift state detection device that the manual transmission is in the power transmission state, torque control of the motor is performed. When it is detected by the gear shift state detection device that the manual transmission is in the power cutoff state, a motor reduction control is performed that is different from the torque control and used for reducing impact caused by the changing of the power transmission paths.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/061359 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

電動車両は、走行動力を発生するモータと、モータからの動力を変速するために運転者の操作に機械的に連動して複数の動力伝達経路から1つを選択して動力伝達経路を切り換える手動変速機と、手動変速機が動力伝達経路の切り換えを完了した動力伝達状態にあるか動力伝達経路の切り換え途中である動力切断状態にあるかを検出可能な変速状態検出装置と、第1制御ルーチンを実行するモータ制御装置と、を備え、第1制御ルーチンでは、変速状態検出装置で手動変速機が動力伝達状態にあると検出されたときに、モータのトルク制御が行われ、変速状態検出装置で手動変速機が動力切断状態にあると検出されたときに、トルク制御とは異なり動力伝達経路の切り換えによる衝撃を緩和するためのモータの緩和制御が行われる。

明 細 書

発明の名称： 電動車両

技術分野

[0001] 本発明は、電動モータからの動力を変速する手動変速機を搭載した電動車両に関する。

背景技術

[0002] 従来の電気自動車では、電動モータと手動変速機との間に介設されたクラッチが切断されたときに、電動モータの回転数を車輪側クラッチ盤の回転数と一致させるように電動モータを回転数制御し、クラッチが接続されたときに、アクセルペダルの踏み込み量に応じたトルクを発生させるように電動モータをトルク制御するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第3208928号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の構成であっても、運転者がクラッチを接続したまま手動変速機の変速操作をした場合や変速操作時のクラッチの操作が適切でなかった場合には、回転数制御が機能せず、変速ショックが発生することとなる。

[0005] そこで本発明では、変速機を手動式とした電動車両であっても、運転者の操作にかかわらず変速ショックを抑制できるようにすることを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る電動車両は、駆動輪に動力伝達経路を介して伝達される走行動力を発生する電動モータと、前記電動モータからの動力を変速するために運転者の操作に機械的に連動して複数の動力伝達経路から1つを選択して動

力伝達経路を切り換える手動変速機と、前記手動変速機が動力伝達経路の切り換えを完了した動力伝達状態にあるか動力伝達経路の切り換え途中である動力切断状態にあるかを検出可能な変速状態検出装置と、第1制御ルーチンを実行して前記電動モータを制御するモータ制御装置と、を備え、前記第1制御ルーチンでは、前記変速状態検出装置で前記手動変速機が動力伝達状態にあると検出されたときに、前記電動モータのトルク制御が行われ、前記変速状態検出装置で前記手動変速機が動力切断状態にあると検出されたときに、前記トルク制御とは異なり動力伝達経路の切り換えによる衝撃を緩和するための前記電動モータの緩和制御が行われる。

[0007] 前記構成によれば、動力伝達経路のうち手動変速機以外の部分が動力伝達可能に繋がった状態において変速操作した場合でも、動力伝達経路の切り換えによる衝撃を緩和するよう電動モータが制御されるので、変速機を手動式とした電動車両であっても、変速ショックを抑えることができる。例えば、電動車両が電動モータと手動変速機との間にクラッチを備える場合、クラッチ接続状態を維持したまま変速してもショックを抑えることができる。また、電動車両が電動モータと手動変速機との間にクラッチを備えない場合も、変速ショックを抑えることができる。

[0008] 前記手動変速機の動力切断状態を検出すると次に切り換えられる動力伝達経路を推定する推定装置をさらに備え、前記緩和制御は、前記手動変速機の推定された動力伝達経路での減速比と、前記手動変速機の動力伝達経路の切り換え部分より動力伝達下流側にある下流側回転体の回転数と、に基づいた前記電動モータの回転数制御であってもよい。

[0009] 前記構成によれば、手動変速機において動力伝達経路が切り換わった直後に手動変速機の切り換え部分で互いに結合される回転体同士の角速度差を少なくでき、ショックを好適に緩和することができる。

[0010] 前記回転数制御では、前記推定装置が推定した減速比が動力伝達経路の切換前の減速比に比べて小さい場合に、前記電動モータが回転数を減少するよう制御され、前記推定装置が推定した減速比が動力伝達経路の切換前の減速

比に比べて大きい場合に、前記電動モータが回転数を増加するように制御されてもよい。

[0011] 前記構成によれば、動力伝達経路の切り換えによる減速比の増減に合わせて、好適に変速ショックを抑制することができる。

[0012] 前記電動モータと前記手動変速機との間の動力伝達を切断可能なクラッチをさらに備え、前記モータ制御装置は、前記クラッチの操作状態にかかわらず前記第1制御ルーチンを実行可能であってもよい。

[0013] 前記構成によれば、クラッチの操作状態ではなく手動変速機の操作状態に基づいてトルク制御と回転数制御とを切り換えることができるので、変速時におけるクラッチの操作が適切でなくても、変速ショックを抑制することができる。さらに、クラッチが動力切断状態であっても手動変速機が動力伝達状態であれば電動モータをトルク制御できるため、クラッチが動力切断状態であるときにも運転者の意図通りに電動モータのトルクを調整することが可能になる。これにより、例えばクラッチを動力伝達状態に戻すときの加速レスポンスを高めるために、クラッチが動力切断状態であるときに予めモータトルクを高めておくこともできる。

[0014] 前記電動モータと前記手動変速機との間の動力伝達を切断可能なクラッチと、前記クラッチが動力伝達状態にあるか動力切断状態にあるかを判定可能なクラッチ判定装置と、をさらに備え、前記モータ制御装置は、前記クラッチが動力伝達状態にあると判定されたときに前記第1制御ルーチンを実行し、前記クラッチが動力切断状態にあると判定されたときに第2制御ルーチンを実行し、前記第2制御ルーチンでは、前記電動モータの回転数制御が行われてもよい。

[0015] 前記構成によれば、変速操作中にクラッチを動力切断状態としたときに電動モータは回転数制御されるので、クラッチを動力伝達状態に戻すときの変速ショックを安定的に抑制することができる。そして、仮に変速操作時にクラッチが適切に操作されなかった場合でも、第1制御ルーチンによって変速ショックの抑制を担保することができる。

- [0016] 前記モータ制御装置は、運転状態が所定のショック抑制優先条件を満足すると検出されたときに前記クラッチの操作状態に応じて前記1制御ルーチンと前記第2制御ルーチンとを切り換え、運転状態が所定のトルク優先条件を満足すると検出されたときに前記クラッチの操作状態にかかわらず前記第1制御ルーチンを実行してもよい。
- [0017] 前記構成によれば、制御ルーチンの選択判断のためにクラッチの状態を参酌するか否かを運転状態に応じて変えることができる。運転状態がショック抑制優先条件を満たすときには、クラッチの状態に応じて十分な回転数制御を行い、変速ショックを優先して抑制することができる。運転状態がトルク優先条件を満足するときには、クラッチの状態を参酌しないことで回転数制御の期間を極力低減し、アクセル操作に応じたトルク制御の期間を極力確保することができる。よって、例えば、高速走行時などには変速ショックの抑制を重視し、低速走行時などには運転者のアクセル要求を重視する構成とすることなどが可能となる。
- [0018] 前記モータ制御装置は、前記手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられた後も、所定条件を満足するまでは前記回転数制御を継続し、所定条件を満足してから前記トルク制御に切り換えてもよい。
- [0019] 前記構成によれば、手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられた後も所定条件を満足するまで回転数制御を続けるので、手動変速機の切り換え部分で互いに結合される回転体同士の角速度差を十分に少なくでき、変速ショックを好適に緩和することができる。
- [0020] 前記モータ制御装置は、前記所定条件を電動車両の運転状態に応じて変更してもよい。
- [0021] 前記構成によれば、電動車両の運転状態に応じて回転数制御からトルク制御への移行タイミングが調節されるので、運転状態に応じたスムーズな移行を行うことができる。
- [0022] 前記モータ制御装置は、前記手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられると、第1トルク制御を行ってから第2トルク制御を行い、

前記第1トルク制御は、前記第2トルク制御に比べて、出力トルクが目標トルクに到達するまでの時間あたりのトルク変化量を抑制してもよい。

[0023] 前記構成によれば、手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられたとき、第2トルク制御の前にトルク変化量の抑制された第1トルク制御を行うので、目標トルクに対するトルク出力値の応答が緩慢となり、変速ショックを好適に緩和することができる。

[0024] 前記モータ制御装置は、前記第1トルク制御のトルク抑制程度又は実行時間を車両の運転状態に応じて変更してもよい。

[0025] 前記構成によれば、電動車両の運転状態に応じて第1トルク制御のトルク抑制程度又は実行時間が調節されるので、運転状態に応じたスムーズな移行を行うことができる。

発明の効果

[0026] 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、動力伝達経路のうち手動変速機以外の部分が動力伝達可能に繋がった状態において変速操作した場合でも、動力伝達経路の切り換えによる衝撃を緩和するよう電動モータが制御されるので、変速機を手動式とした電動車両であっても、変速ショックを抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の実施形態に係る電動二輪車の右側面図である。

[図2]図1に示す電動二輪車の動力伝達システムを説明する概略図である。

[図3]図2に示すシフトドラムの展開図である。

[図4]図2に示すECU及びその入出力を説明するブロック図である。

[図5]図4に示すECUによるトルク制御及び回転数制御の低速時における各実行条件を示すマップである。

[図6]図4に示すECUによるトルク制御及び回転数制御の高速時における各実行条件を示すマップである。

[図7]図4に示すECUによる制御を説明するフローチャートである。

[図8]図7に示す移行制御を説明するフローチャートである。

[図9]図 1 に示す電動二輪車の変速時におけるモータ回転数の変化を説明するグラフである。

[図10]図 7 に示す移行制御の別の例を説明するフローチャートである。

[図11]図 7 に示す移行制御の別の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明に係る実施形態を図面を参照して説明する。

[0029] 図 1 は、本発明の実施形態に係る自動二輪車である電動二輪車 1（電動車両）の右側面図である。図 1 に示すように、電動二輪車 1 は、従動輪である前輪 2 と駆動輪である後輪 3 とを備えている。前輪 2 は、フロントフォーク 4 の下端部に回転自在に支持されており、フロントフォーク 4 の上部は上下一対のブラケット 4 a, 4 b を介してステアリング軸（図示せず）に支持されている。そのステアリング軸は車体側のヘッドパイプ 5 に内挿された状態で回転自在に支持されており、上側のブラケット 4 b には左右へ延びるバー型のハンドル 6 が取り付けられている。ハンドル 6 の右側には運転者の右手により把持されて、手首のひねりによって回転するアクセルグリップ 7 が設けられ、そのアクセルグリップ 7 の前側にはブレーキ操作子 8（ブレーキレバー）が設けられている。また、ハンドル 6 の左側には、運転者の左手により把持される固定グリップ（図示せず）が設けられ、その固定グリップの前側には図示しないクラッチ操作子（クラッチレバー）が設けられている。

[0030] 電動二輪車 1 の車体フレーム 9 には、動力装置 10、バッテリー 11 及びインバータ 12 が支持されている。車体フレーム 9 の後部には後輪 3 を支持するスイングアーム 14 の前部が揺動自在に支持されている。スイングアーム 14 の中間部と車体フレーム 9 との間にはリヤサスペンション 15 が介設されている。図 1 において仮想線で示すように、スイングアーム 14 の上方には騎乗用のシート 16 が配設され、このシート 16 は車体フレーム 9 に接続された図示しないシートレールによって支持されている。なお、シート 16 の前方には、運転者が両膝で挟めるダミータンク 17 が設けられている。

[0031] 動力装置 10 のケース 10 a には、走行動力を発生する電動モータ 18 と

、電動モータ 18 からの回転動力を変速して後輪 3 に伝達するための手動変速機 19 とが収容されている。電動モータ 18 は、インバータ 12 を介してバッテリー 11 から供給される電力により回転動力を発生する。車体フレーム 9 には、後述する ECU 20 が配設されている。アクセルグリップ 7 には、電動モータ 18 の目標トルクを決定するためのパラメータであるアクセル操作量を検出するためのアクセル操作量センサ 24 が設けられている。前輪 2 には、前輪回転数を検出することで電動二輪車 1 の走行速度を検出するための車速センサ 25 が設けられている。なお、走行速度は、前輪回転数ではなく後輪回転数から求めてもよい。車体フレーム 9 には、車体を直立状態から横方向へ傾斜させたときの車体傾斜角を検出するためのバンク角センサ 26 が設けられている。

[0032] 図 2 は、図 1 に示す電動二輪車 1 の動力伝達システムを説明する概略図である。図 2 に示すように、電動モータ 18 の出力軸 18 a は、動力伝達機構 32 (例えば、プーリー・ベルト機構) 及びメインクラッチ 33 (例えば、多板クラッチ) を介して手動変速機 19 のインプットシャフト 31 に動力伝達可能に接続されている。メインクラッチ 33 は、運転者によりクラッチ操作子 (図示せず) が操作されているときに、電動モータ 18 と手動変速機 19 との間の動力伝達を切断し、運転者によりクラッチ操作子 (図示せず) が操作されていないときに、電動モータ 18 と手動変速機 19 とを動力伝達可能に接続する。インプットシャフト 31 は、減速比の異なる複数組のギヤ列 39 を介してアウトプットシャフト 34 に動力伝達可能に結合されている。ギヤ列 39 の入力側歯車 39 a は、インプットシャフト 31 に固定され、インプットシャフト 31 と一体回転する。ギヤ列 39 の出力側歯車 39 b は、アウトプットシャフト 34 と同軸に設けられ、アウトプットシャフト 34 に対して回転自在に嵌合する。入力側歯車 39 a と出力側歯車 39 b とは、常時かみ合いしている。アウトプットシャフト 34 の端部は、図示しない動力伝達機構 (例えば、チェーン・スプロケット機構) を介して後輪 3 に動力伝達可能に接続されている。

- [0033] 手動変速機 19 には、運転者の操作に機械的に連動して複数組のギヤ列 39 から 1 組を選択して動力伝達経路を切り換えて変速を行うギヤシフト 38 が設けられている。手動変速機 19 の変速段は、複数設けられ、全ての変速段を個別に手動選択可能である。ギヤシフト 38 は、アウトプットシャフト 34 にスライド自在に設けられて複数組のギヤ列 39 から 1 組を選択して係合するドッグギヤ 35（ドッグクラッチとも言う）と、ドッグギヤ 35 をアウトプットシャフト 34 に沿って移動させるシフトフォーク 36 と、シフトフォーク 36 を動作させるシフトドラム 37 とを備えている。
- [0034] また、シフトドラム 37 には、シフトドラム 37 の回転角度を検出可能なシフトドラムポテンシオメータ 21 が設けられている。なお、ギヤ位置を検出するためには、ポテンシオメータではなく、通常のギヤポジションセンサを用いてもよい。電動モータ 18 の出力軸 18a には、その出力軸 18a の回転数を検出するモータ回転数センサ 22 が設けられている。アウトプットシャフト 34 には、アウトプットシャフト 34 の回転数を検出するアウトプットシャフト回転数センサ 23 が設けられている。なお、本例では、ドッグギヤ 35 をアウトプットシャフト 34 に設けた構成としたが、インプットシャフト 31 に設けた構成としてもよい。ドッグギヤ 35 は、アウトプットシャフト 34 に軸方向に摺動可能であり、かつ、同軸回転方向にはアウトプットシャフト 34 に固定されている。
- [0035] シフトドラム 37 の外周面には、各シフトフォーク 36 に夫々対応して所定形状の溝 37a が設けられている（図 3 参照）。シフトドラム 37 の溝 37a には、シフトフォーク 36 の基端部の突起（図示せず）がスライド自在に嵌合している。つまり、シフトフォーク 36 によってドッグギヤ 35 が軸方向に移動することで、ドッグギヤ 35 と出力側歯車 39b とが軸方向に係合して互いに一体回転する動力伝達状態と、ドッグギヤ 35 と出力側歯車 39b との係合が解除されて相対回転可能な動力切断状態とが切換え可能に構成されている。
- [0036] シフトドラム 37 には、変速段に対応する第 1～第 6 ドラム角度位置（1

～6速) がそれぞれ設定され、各ドラム角度位置で複数のうち対応する1つのドッグギヤ35のみが対応する出力側歯車39bに係合し、残余のドッグギヤと出力側歯車との係合が解除される。注目するドラム角度位置から、隣接するドラム角度位置へシフトドラム37が角変位する間に、注目するドラム角度位置に対応するドッグギヤ35と出力側歯車39bとの係合が解除され、すべてのドッグギヤ35と出力側歯車39bとの係合が解除された状態を経由して、隣接するドラム角度位置に対応するドッグギヤと出力側歯車とが係合する。即ち、変速途中には、すべてのドッグギヤ35が出力側歯車39bに係合していない動力切断状態が存在する。なお、変速途中には、係合するドッグギヤ及び係合解除するドッグギヤ以外のドッグギヤは、スライド移動しないようになっている。

[0037] 運転者によるシフト操作子の操作に連動してシフトドラム37が回転すると、各シフトフォーク36が溝37a(図3)に案内されて、所望のシフトフォーク36がドッグギヤ35をアウトプットシャフト34に沿ってスライドさせる。これにより、入力側歯車39a及び出力側歯車39bの複数組のうちから運転者が望む減速比の1組をドッグギヤ35と係合させて、所望の変速段の動力伝達経路を選択することが可能となる。なお、変速時期は、エンジン状態にかかわらず運転者の手動操作で決定されるため、変速時のショックが大きくなりうる。また、手動により変速されるために、一度の変速操作で大きく減速比が変わる変速(例えば、1速から2速を飛ばして3速以上の変速段に移行する等)が行われる可能性もあり、変速時のショックが大きくなりうる。また、シフトドラム37においては、例えば、1速から3速までシフトドラム37が急回転される場合、動力伝達経路も動力切断状態を経て1速から3速まで順番に急変化することになる。なお、シフト操作子は、例えば、シフトペダルやシフトレバー等がよく、運転者の足又は手で操作できるものでよい。

[0038] 図4は、図2に示すECU20及びその入出力を説明するブロック図である。図4に示すように、ECU20には、シフトドラムポテンショメータ2

1、モータ回転数センサ22、アウトプットシャフト回転数センサ23、アクセル操作量センサ24、車速センサ25、バンク角センサ26及びブレーキ圧センサ27が入力として接続されている。なお、ブレーキ圧センサ27は、ブレーキ操作量（制動量）を検出するものである。

[0039] ECU20は、変速状態検出部41、推定部42、クラッチ判定部43及びモータ制御部44を備えている。変速状態検出部41は、シフトドラムポテンシオメータ21からの信号値によってシフトドラム37の回転角度（位相角）を検出し、手動変速機19の現在のギヤポジションを判定可能である。ギヤポジションは、複数の変速位置（例えば、1～6速）とニュートラル位置とを有している。変速状態検出部41は、ポテンシオメータ21から得られるシフトドラム37の回転角度に対して、各ギヤポジションに対応する所定の判定帯域A（図3参照）と、隣接する判定帯域の間に介在する不感帯域B（図3参照）とを設定している。即ち、変速状態検出部41は、シフトドラム37の回転角度が不感帯域にあるときに、手動変速機19が動力伝達経路の切り換え途中である動力切断状態にあると判定し、シフトドラム37の回転角度が判定帯域にあるときに、動力伝達経路の切り換えを完了した動力伝達状態にあると判定する。

[0040] 図3に示すように、詳細には、各判定帯域は、ドッグギヤ35がギヤ列39に係合した状態におけるシフトドラム37の回転角度範囲を含み、その回転角度範囲より僅かに大きい範囲に設定されている。不感帯域Bは、それら判定帯域A以外の回転角度範囲に対応しており、ギヤポジションの切り替え途中に全てのドッグギヤ35がギヤ列39と係合していない状態となる回転角度範囲に設定されている。よって、変速操作時にシフトドラム37の回転角度が不感帯域Bから判定帯域Aに切り換わる瞬間は、ドッグギヤ35がギヤ列39に係合する直前の状態である。

[0041] 各判定帯域Aの幅は、互いに同一でもよいが、各ギヤポジションに対応して個別に設定されて、各ポジションの特性に合わせて幅が異ならせることで、個々の変速判定をより正確に行うことができる。特定のギヤポジションへ

シフトチェンジしたときのポテンシオメータ 21 からの出力信号に生じる変動幅、他の特性を採用して、判定帯域 A の幅が設定される。ECU 20 は、ポテンシオメータ 21 からの信号値に基づいて判断したギヤポジションに基づいて電動モータ 12 を制御するが、不感帯域 B を設定することで、ギヤポジション判定結果が微小時間中に変動することを防止できる。

[0042] 推定部 42 は、手動変速機 19 の動力切断状態を検出すると次に切り換えられる動力伝達経路を推定する。具体的には、推定部 42 は、ポテンシオメータ 21 からの信号値の変化率（回転角度の変化率）の正負によってギヤポジションの変更がシフトアップ及びシフトダウンの何れであるかを判定する。そして、推定部 42 は、ギヤポジションの変更がシフトアップと判定したときには、直前のギヤポジションの 1 つ上のギヤポジションが次に切り換えられる動力伝達経路であると推定する。他方、推定部 42 は、ギヤポジションの変更がシフトダウンと判定したときには、直前のギヤポジションの 1 つ下のギヤポジションが次に切り換えられる動力伝達経路であると推定する。

[0043] クラッチ判定部 43 は、メインクラッチ 33 が動力伝達状態にあるか動力切断状態にあるかを判定する。具体的には、クラッチ判定部 43 は、シフトドラムポテンシオメータ 21、モータ回転数センサ 22 及びアウトプットシャフト回転数センサ 23 からの各信号からメインクラッチ 33 の動作状態を判定する。即ち、クラッチ判定部 43 は、シフトドラムポテンシオメータ 21 からの信号値により手動変速機 19 が 1 つの変速位置で動力伝達状態にあると判断されるときに、モータ回転数センサ 22 及びアウトプットシャフト回転数センサ 23 から得られる各回転数がその変速位置の減速比に合う値になっていれば、メインクラッチ 33 が動力伝達状態にあると判定し、そうでなければメインクラッチ 33 が動力切断状態にあると判定する。なお、クラッチ判定部 43 は、ギヤポジションがニュートラル位置にあるときは、メインクラッチ 33 が動力伝達状態にあるものとして判定してもよい。つまり、ニュートラル位置では緩和制御を実施しないように設定している。例えば、ニュートラル位置では、モータ 18 を停止するように制御されてもよい。な

お、ニュートラル位置から動力伝達位置に切り換わるときには、緩和制御を実施する。

[0044] クラッチ判定部43は、モータ回転数M、駆動輪回転数W、最終減速比 α に基づいて演算してもよい。即ち、手動変速機19が動力伝達状態で、かつ、 $M \cdot \alpha$ の値とWの値との差が所定の許容誤差以上であれば、クラッチ33が動力切断状態であると判定してもよい。また、駆動輪回転数及び最終減速比に変えて、動力伝達方向に関してクラッチ33の前後の回転体での減速比を考慮した回転数が同じでない場合に、クラッチ33が動力切断状態であると判定してもよい。例えば、モータ回転数Mと、変速機入力軸1と、モータ18から変速機入力軸 $\alpha 0$ までの減速比とに基づいて、 $M \cdot \alpha 0$ の値と1の値との差が所定の許容誤差以上であれば、クラッチ33が動力切断状態であると判定してもよい。この場合には、変速機19の動力伝達状態にかかわらず、クラッチ動力切断状態を判定することができる。

[0045] モータ制御部44は、シフトドラムポテンショメータ21、モータ回転数センサ22、アウトプットシャフト回転数センサ23、アクセル操作量センサ24、車速センサ25、バンク角センサ26、ブレーキ圧センサ27、変速状態検出部41、推定部42及びクラッチ判定部43からの各情報を入力とし、インバータ18を介して電動モータ12を制御する。具体的には、モータ制御部44は、後述する条件に応じて電動モータ12の制御方式を決定し、トルク制御と回転数制御を切り換える。トルク制御は、モータの出力トルクを目標値として与えるものである。具体的には、トルク制御は、運転者のアクセル操作量と電動モータ12の目標トルクとの間の相関関係を示したトルクマップを参照し、アクセル操作量センサ24からの情報に基づいて電動モータ12の目標トルクを決定する制御方式である。なお、トルクマップは、ECU20に予め記憶されている。回転数制御は、モータ出力軸の回転数を目標値として与えるものである。本実施形態では、変速過程の少なくとも一部過程を除いて、アクセル操作量に応じたトルク制御が行われる。なお、目標トルクは、移行制御ではない通常のトルク制御において目標とするト

ルクであって、車両状態値および運転指令値（アクセル開度、アクセル開度の変化率、走行速度、ギヤ比）を元に、演算式またはデータベース（本例ではトルクマップ）から求められる値である。

[0046] 回転数制御は、手動変速機 19 の動力伝達経路の切り換えによる衝撃を通常のトルク制御よりも緩和するための緩和制御の一例である。具体的には、回転数制御は、変速操作により手動変速機 19 が動力切断状態にあると検知されたときに、推定部 42 で推定された次のギヤポジションでの減速比とアウトプットシャフト回転数センサ 23 で検出されたアウトプットシャフト回転数とに基づいて、前記推定されたギヤポジションにおけるドッグギヤ 35 の入力側回転数を出力側回転数に一致させるように電動モータ 12 の回転数を制御する。そうすると、推定された減速比が動力伝達経路の切換前の減速比に比べて小さい場合には、電動モータ 12 が回転数を減少するよう制御され、推定された減速比が動力伝達経路の切換前の減速比に比べて大きい場合には、電動モータ 12 が回転数を増加するよう制御されることになる。このようにすることで、手動変速機 19 において動力伝達経路が切り換わった直後に手動変速機 19 の切り換え部分（ドッグギヤ 35）で互いに結合される回転体同士の角速度差を少なくでき、ショックが好適に緩和される。

[0047] また、回転数制御を開始する時期は、動力伝達経路ごとに設定されている。例えば、不感帯域 B の幅（図 3 参照）やシフトドラム角速度の閾値（ステップ S 11）が変速段ごとに設定されている。減速比が大きい場合には、連続変速の可能性が大きく、回転数制御に入りやすく且つ回転数制御から出にくくしてもよい。そうすると、変速位置の切り換え中にトルク制御が行われることを少なくでき、各シャフト 31, 34 の回転数を合わせやすくなる。また、減速したコーナリング後の加速、発進時などの運転条件を判断して、連続減速の可能性が大きい場合には、回転数制御に入りやすく且つ回転数制御から出にくくしてもよい。

[0048] 図 5 は、図 3 に示す ECU 20 によるトルク制御及び回転数制御の低速時における各実行条件を示すマップである。図 6 は、図 3 に示す ECU 20 に

よるトルク制御及び回転数制御の高速時における各実行条件を示すマップである。図5及び6に示すように、トルク制御と回転数制御との間の切り換え判断のためにメインクラッチ33の状態を参酌するか否かが運転状態に応じて変えられている。具体的には、トルク制御と回転数制御との間の切り換え条件は、電動二輪車が所定の低速状態にあるか所定の高速状態にあるかによって異なっている。ここで、低速状態は、変速状態検出部41で検出されたギヤポジションが低速位置（例えば、1～3速）にある状態や、車速センサ25で検出された車速が所定速度以上（例えば、40km以上）である状態などのうち少なくとも1つの状態をいい、高速状態は、変速状態検出部41で検出されたギヤポジションが高速位置（例えば、4～6速）にある状態や、車速センサ25で検出された車速が所定速度未満（例えば、40km未満）である状態などのうち少なくとも1つの状態をいう。

[0049] 図5に示すように、低速状態では、メインクラッチ33の状態にかかわらず、手動変速機19が動力伝達状態であるときにトルク制御が実行され、手動変速機19が動力切断状態であるときに回転数制御が実行される。図6に示すように、高速状態では、手動変速機19及びメインクラッチ33の両方が動力伝達状態であるときにトルク制御が実行され、メインクラッチ33が動力切断状態かつ手動変速機19が動力伝達状態であるとき又は手動変速機19が動力切断状態であるときに回転数制御が実行される。つまり、低速状態をトルク優先条件として、高速状態をショック抑制優先条件としている。これにより、運転状態がショック抑制優先条件を満たすときには、メインクラッチ33の状態に応じて十分な回転数制御を行い、変速ショックを優先して抑制することができる。また、運転状態がトルク優先条件を満足するときには、メインクラッチ33の状態を参酌しないことで回転数制御の期間を極力低減し、アクセル操作に応じたトルク制御の期間を極力確保することができる。

[0050] 図7は、図3に示すECU20による制御を説明するフローチャートである。図7に示すように、モータ制御部44は、電動二輪車1の電源がオンに

なると、フラグを「0」に設定する（ステップS1）。次いで、モータ制御部44は、電動二輪車1が低速状態であるか否かを判定する（ステップS2）。低速状態であると判定されると、モータ制御部44は、手動変速機19が動力伝達状態であるか否かを判定する（ステップS3）。手動変速機19が動力伝達状態であると判定されると、モータ制御部44は、フラグが「0」であるか否かを判定する（ステップS4）。フラグが「0」であると判定されると、モータ制御部44は、トルク制御を実行し（ステップS5）、ステップS2に戻る。

[0051] ステップS3において、手動変速機19が変速操作により動力切断状態になったと判定された場合には、モータ制御部44は、回転数制御を実行し（ステップS6）、フラグを「1」に設定する（ステップS7）し、ステップS2に戻る。次いで、手動変速機19が動力切断状態から動力伝達状態に戻ると、ステップS3でYesと判定され、ステップS4でNoと判定されるので、モータ制御部44は、後述する移行制御を実行したうえで（ステップS8）、フラグを「0」に設定し（ステップS9）、ステップS2に戻る。即ち、手動変速機19が動力切断状態から動力伝達状態に戻ると、回転数制御から移行制御を経てトルク制御へと切り換えられる。

[0052] ステップS2で低速状態でないと判定された場合、即ち、高速状態にあると判定されたには、モータ制御部44は、メインクラッチ33が動力切断状態にあるか否かを判定する（ステップS10）。ステップS10においてメインクラッチ33が動力切断状態にないと判定されると、ステップS3に進む。ステップS10においてメインクラッチ33が動力切断状態にあると判定されると、ステップS6に進んで回転数制御を実行する。

[0053] 以上のように、ステップS2で低速状態であると判定された場合及びステップS10でメインクラッチ33が動力伝達状態であると判定された場合に実行されるステップS3～S9が第1制御ルーチンを構成している。また、ステップS10でメインクラッチ33が動力切断状態であると判定された場合に実行されるステップS6及びS7が第2制御ルーチンを構成している。

このように、変速機 19 を手動式とした電動二輪車 1 であっても、メインクラッチ 33 の操作状態にかかわらず（例えば、変速操作時にメインクラッチ 33 が動力伝達状態のままであっても）、第 1 制御ルーチンによって変速操作時のショックを抑えることができる。また、低速状態では、メインクラッチ 33 が動力切断状態であっても手動変速機 19 が動力伝達状態であれば電動モータ 18 をトルク制御できるため、メインクラッチ 33 が動力切断状態であるときにも運転者の意図通りに電動モータ 18 のトルクを調整することが可能になる。これにより、例えばメインクラッチ 33 を動力伝達状態に戻すときの加速レスポンスを高めるために、メインクラッチ 33 が動力切断状態であるときに予めモータトルクを高めておくこともできる。

[0054] 図 8 は、図 7 に示す移行制御を説明するフローチャートである。移行制御は、回転数制御からトルク制御への制御切換えに起因する衝撃を緩和するために設定され、動力伝達状態に切り換えられた直後から、通常行われるトルク制御を実施する場合に比べて、移行制御を行った方が目標トルクに達するまでのトルク変化率が小さくなるように設定される。なお、移行制御中に回転数制御することもトルク変化率が小さくなることに含まれる。

[0055] 図 8 に示すように、移行制御では、モータ制御部 44 は、変速操作時のシフトドラムポテンシオメータ 21 からの信号の出力変化率が所定の閾値未満であるか否かを判定する（ステップ S 11）。出力変化率が閾値未満でない場合、即ち、運転者によるシフト操作が速すぎる場合には、回転数制御の実行時間が短すぎるため、モータ制御部 44 は、引き続き回転数制御を実行する（ステップ S 12）。ステップ S 12 の回転数制御は、予め決められた時間 T にわたって実行され、その後は移行制御が終了して図 7 のステップ S 9 に進む。

[0056] このように、運転者によるシフト操作が速すぎる場合に、移行制御として回転数制御（ステップ S 12）を実行して全体として回転数制御の時間を延長することで、手動変速機 19 のドッグギヤ 35 で互いに結合される回転体同士の間速度差を十分に少なくでき、また、電動モータ 18 の出力トルクが

運転者の要求する目標トルクに達するまでの時間が移行制御がない場合に比べて長くなる。よって、手動変速機 19 が動力切断状態から動力伝達状態になるときに、ドッグギヤ 35（下流側回転体）とそのドッグギヤ 35 が係合するアウトプットシャフト 34 上のギヤ（上流側回転体）との間の角速度差が大きいままである場合や、目標トルクと出力トルクとの差が大きい場合であっても、回転数制御からトルク制御に移行するときの衝撃を抑制することができる。（出力トルクは、実際にモータから出力されるトルクである。）

図 9 は、図 1 に示す電動二輪車 1 の変速時におけるモータ回転数の変化を説明するグラフである。なお、図 9 はアクセル操作量と後輪への負荷とが一定であると仮定したときのシフトアップを説明するものである。図 9 に示すように、移行制御において、回転数制御の実行時間 T が長くなれば十分に変速ショックを和らげることができ、回転数制御の実行時間 T が短くなれば早くトルク制御に切り換えられてトルク応答性がよくなる。そこで、回転数制御の実行時間 T は、車両状態値及び／又は運転指令値の関数として可変に設定される。つまり、車両状態値及び／又は運転指令値に応じて回転数制御からトルク制御への移行タイミングが調節される。車両状態値は、運転者からの運転指令が無くとも変化しうる車両の状態に関する値を意味し、また、運転指令値は、運転者が電動二輪車 1 の走行状態を変えるための指令の値を意味する。具体的には、車両状態値は、走行速度、走行加速度、ギヤ比、モータ回転数、加速度、バンク角などの少なくとも 1 つの値を有しており、運転指令値は、アクセル操作量、ギヤポジション操作、クラッチ操作、ブレーキ操作などの少なくとも 1 つの値（操作量、操作変化率、操作タイミング）を有している。このようにすることで、車両の走行状態及び／又は運転者の運転意思に応じた好適なフィーリングを実現できる。例えば、アクセル操作量などのような目標トルクを決定するためのパラメータが移行制御前の回転数制御中に大きく増減していたときに、トルク制御への移行時の衝撃を緩和することができる。

[0057] 以上のように、本実施形態の電動車両の変速機が手動変速機であるので、

自動変速機に比べて、動力接続時の衝撃が発生しやすい。例えば、手動で（運転者の手や足で）素早く変速操作すると回転数制御における回転数合わせの期間が短くなってしまふので、本発明が有効になる。また、ゆっくり変速操作する間にアクセル操作量を急変化すると、回転数制御において回転数が一致しても、トルク差による衝撃が発生しやすく、本発明が有効になる。また、各車輪のうち、電動モータ18からの駆動力が伝達されない従動輪2を備える乗り物は、変速時の衝撃が大きくなりやすく、本発明が有効になる。自動二輪車などの鞍乗り型車両（ハンドルバー型の乗り物）は、4輪車に比べて軽量であるので変速時の衝撃が大きくなりやすく、本発明が有効になる。また、運転者が足で変速操作する場合には、変速操作が雑になりやすいので、変速時の衝撃が大きくなりやすく、本発明が有効になる。

[0058] 図10は、図7に示す移行制御のまた別の例を説明するフローチャートである。図10に示すように、本例の移行制御では、モータ制御部44は、手動変速機19の変速時の切り換え部分における上流側回転体の角速度と下流側回転体の角速度との差が予め定める許容値未満であるか否かを判定する（ステップS21）。角速度差が許容値未満でない場合には、回転数制御の実行時間が短すぎるため、モータ制御部44は、引き続き回転数制御を実行し（ステップS22）、ステップS21に戻る。他方、角速度差が許容値未満である場合には、移行制御を終了して図7のステップS9に進む（トルク制御（ステップS5）に移行する）。このようにすることで、手動変速機19におけるギヤ切り換え部分の下流側回転体と上流側回転体との間の相対角速度が所定値未満に小さくなってから移行制御を終了してトルク制御に移行するので、トルク制御開始時の衝撃を安定的に緩和することができる。

[0059] つまり、移行制御にて回転数制御を継続する場合、角度差またはトルク差が大きい場合、動力切断状態である期間が短い場合、ドラム回転角速度が所定以上となる場合、変速期間またはその直前におけるアクセルまたはブレーキ操作量の変化が大きい場合などには、回転制御による回転数あわせが追いつかない可能性が高いので、移行制御の期間を長くするとよい。また、モ-

タ回転数がギヤ比ごとに設定される所定値よりも高い状態からシフトアップされる場合や、モータ回転数がギヤ比ごとに設定される所定値よりも低い状態からシフトダウンされる場合には、モータのイナーシャが過剰で回転数あわせが追いつかない可能性がある。このような場合も、移行制御の期間を長くしてもよい。

[0060] 図11は、図7に示す移行制御の別の例を示すグラフである。図11に示すように、本例の移行制御では、トルク制御に比べてトルク変化率を小さくしたうえで時間経過に伴って出力トルクが目標トルクに徐々に近づくように電動モータ18が制御されている。つまり、本例の移行制御を第1トルク制御とし、その後続くトルク制御（ステップS5）を第2トルク制御としている。第2トルク制御は、変速操作とは無関係に目標トルクが設定されるものであり、第1トルク制御は、変速操作に関連して目標トルクが設定されるものである。第1トルク制御では、第2トルク制御に比べて、出力トルクが目標トルクに到達するまでの時間あたりのトルク変化量が抑制されている。つまり、第1トルク制御は、変速機19が動力伝達状態に切り換えられた直後から第2トルク制御が行われたとした場合に比べて、切り換え直後に第2トルク制御で設定される目標トルクに到達するまでの時間あたりのトルク変化量を抑制する。

[0061] 更に言い換えると、第1トルク制御の制御ゲインは、第2トルク制御の制御ゲインよりも小さく設定されている。これにより、移行制御は、その後のトルク制御に比べて出力トルクが運転者の要求する目標トルクに達するまでの時間を遅延させることとなる。よって、移行制御においてトルク制御をしながらもトルクの急変化が抑制されて、変速ショックの緩和とドライバビリティとを両立することができる。また、第1トルク制御は、予め定める切換条件を満足すると第2トルク制御に切り換わるようにするとよい。移行制御（第1トルク制御）のトルク抑制程度又は切換条件は、車両状態値及び／又は運転指令値に応じて変更される。これにより、電動二輪車1の運転状態に応じて移行制御（第1トルク制御）のトルク抑制程度又は切換条件が調節さ

れるので、運転状態に応じたスムーズな移行を行うことができ、好適な運転フィーリングを実現できる。

[0062] また、移行制御（第1トルク制御）は、出力トルクが目標トルクに達するまでの時間を遅延させるように、そのトルク変化率が二次曲線状に変化するようにしてもよい。つまり、移行制御（第1トルク制御）の少なくとも初期のトルク変化率がトルク制御（第2トルク制御）のトルク変化率に比べて小さくなるようにしてもよい。更に言い換えると、本例の移行制御（第1トルク制御）の初期の制御ゲインは、第2トルク制御の制御ゲインよりも小さく設定されてもよい。

[0063] また、移行制御（第1トルク制御）は、連続的なトルク値の低減や断続的なトルク出力の間引きによって実現されてもよい。即ち、第2トルク制御で用いられるであろう通常トルク値よりも低い値を連続的に与えるか、前記通常トルク値と、前記通常トルク値よりも低いトルク値とを交互に与えることで、出力トルクの抑制を図ってもよい。また、第1トルク制御は、第2トルク制御で設定される目標トルクに達する前に終了してもよい。また、制御ゲインを小さくするほか、遅れ特性をもたせるために時定数を小さくしてもよいし、単位時間当たりのトルク変化に上限値を加えてもよいし、階段状に出力トルクを変化させてもよい。

[0064] 第2トルク制御の目標トルクに達すると第2トルク制御に移行してもよいし、第2トルク制御の目標トルクに達しなくても、所定時間経過したり、第2トルク制御の予め定める割合分のトルク増加が発生したときに第2トルク制御に移行してもよい。第1トルク制御から第2トルク制御移行条件としては、車両状態または操作状態に応じて設定されてもよい。例えば、ある程度の変速時ショックを許容可能な運転条件であれば、第1トルク制御期間が短くなるように、所定条件が設定されてもよい。

[0065] 第1トルク制御のトルク抑制量は、目標トルクと現状の出力トルクとの差、アウトプットシャフトとインプットシャフトとの回転数差が大きい場合には、抑制量または期間が大きくなるように設定されてもよい。また、走行速

度が低い場合、変速比が大きい場合、アクセル操作量の加速側操作量または時間変化が大きい場合など、目標トルクが大きいと推定される場合には、抑制量または期間が大きくなるように設定されてもよい。また、目標トルクを与えた場合に車輪スリップが生じると判断される場合には、スリップ抑制可能な出力となるトルク抑制量としてもよい。

[0066] なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲でその構成を変更、追加、又は削除することができる。前記各実施形態は互いに任意に組み合わせてもよく、例えば1つの実施形態中の一部の構成又は方法を他の実施形態に適用してもよい。例えば、上述した実施形態では、電動二輪車1にメインクラッチ33を設けているが、メインクラッチを設けなくてもよい。また、クラッチ判定部43は、シフトドラムポテンシオメータ21、モータ回転数センサ22及びアウトプットシャフト回転数センサ23からの信号に基づいてクラッチ状態を判定しているが、メインクラッチ33の動作を機械的に検出するクラッチスイッチからの信号に基づいてクラッチ状態を判定してもよい。

[0067] また、アウトプットシャフト回転数センサ23の代わりに、手動変速機19のドッグギヤ35よりも動力伝達下流側にある何れかの回転体（例えば、後輪）の回転数を検出可能な回転数センサを設けてもよい。その場合には、当該回転体からアウトプットシャフトまでの減速比を考慮してアウトプットシャフトの回転数を演算すればよい。また、手動変速機19のギヤ切り換え機構は、ドッグギヤ式でなくてもよい。

[0068] また、上述した実施形態では、緩和制御として、推定されたギヤポジションにおけるドッグギヤ35の入力側回転数を出力側回転数に一致させるように回転数制御を行うものとしたが、完全に一致させようとしなくても入力側回転数を出力側回転数に近づけるように制御すればよい。また、緩和制御として、回転数制御の代わりに、電動モータ18のトルクを低減又はゼロにするように制御してもよいし、また、電動モータのロータの回転慣性を打ち消す方向に電動モータ18を制御してもよい。さらに、移行制御としての第1

トルク制御では、図 11 に示したものの限らず、アクセル要求に対応した目標トルクに対する実際のモータ出力トルクの応答性が緩慢になればよい。

[0069] また、変速期間またはその直前におけるアクセルまたはブレーキ操作によって、次に切替えられる動力伝達経路での切り換え部分の上流側及び下流側の回転体の角速度差が小さくなる側に手動操作されることが判断されると、移行期間を短くしたり、トルク変化率を大きくしたりして、移行制御による出力トルクの抑制を緩めてもよい。

[0070] また、走行速度が所定値よりも低い状態またはギヤ比が小さい状態でのシフトアップ、複数段のシフトアップ、加速度が所定値よりも大きい場合、加速方向へのアクセル操作量の時間変化が所定値よりも大きい場合など、車両状態値または運転指令値に基づいて、変速操作による衝撃よりも、加速が優先される状態であることを判断すると、移行制御の期間が短くなったり、トルク制御へ移行する許容角度差または許容トルク差が大きくなったり、移行制御でのトルク変化率を大きくしたりするように設定されてもよい。これによって衝撃よりも加速を優先する運転者の要求を満足することができる。

[0071] また、目標トルクが大きくなるようなパラメータ（たとえばギヤ比が小状態、アクセル操作量が加速側へ大変化、アクセル操作量の変化率が加速側へ大変化、走行速度が小、車体加速度が所定値以下、車体バンク角大から小へ変化、変速前のブレーキ操作など）変化がある場合には、トルク抑制量を高めたり、移行制御期間を延ばしたりして、変速ショックを緩和することができる。このように、走行速度、モータ回転数、ギヤ比、アクセル操作量、ブレーキ操作量、切断路前後の回転体の速度差、目標値と出力値とのトルク差の少なくともいずれか 1 つの車両状態値に基づいて、移行制御内容すなわち、出力トルクの抑制量または抑制期間を変更してもよい。

[0072] 電動モータから駆動輪までの変速比に関して、動力切断状態を経由して第 1 の変速比から第 1 の変速比とは異なる第 2 の変速比に切換え可能な手動変速機を備える車両であれば本発明を適用可能であって、二輪車以外でも、4 輪車および 3 輪車、小型滑走艇でも適用可能である。また、駆動輪を駆動す

る駆動源に関して回転数制御及びトルク制御の両方が実行可能であればよく、内燃機関と電動機とを有するハイブリッド車や、燃料電池を電源とする燃料電池車などでも本発明を適用可能である。

[0073] 上述した実施形態の変速機構は、一例であって他の構造であってもよい。例えば、インプットシャフト側にドッグギヤが配置される変速機構でもよく、動力切断状態を経由して変速比が切り替わる構造であれば、ギヤ配置、レイアウトなどについては、既存の種々の構造を採用することができる。また、変速機は、運転者のシフト操作子を動作させる力を伝達して機械的に連動する構造について例示したがこれに限定されない。例えば、運転者によるシフト操作子の動作に電氣的に連動してアクチュエータでシフトドラムを回転する構造であっても本発明に含まれる。

[0074] さらに、本実施形態では、シフトドラム 37 が不感帯域 B に位置した場合に回転数制御を開始したが、シフトドラム 37 が不感帯域 B に位置する前に回転数制御を開始してもよい。たとえばシフトドラム 37 やシフト操作子（例えば、シフトペダル）等の変速時に角変位する角変位体において、その角変位時間変化率の絶対値が閾値を超えた場合に、変速機の動力切断状態を判断して、回転数制御を開始してもよい。この場合には、シフトドラム 37 が不感帯域 B に位置する前に、変速動作を判断して、回転数制御をより早く開始することができる場合があり、モータ回転数を目標値に早く近づけて、変速にかかるショックを緩和できる。

[0075] また、本実施形態では、ドッグギヤ 35 と歯車 39 b とが互いに噛み合う時期は、運転者の変速操作に委ねられているので、回転数差が大きい状態でドッグギヤ 35 と歯車 39 b とが互いに噛み合う可能性がある。そこで、電動モータ 18 の回転数制御だけでなく、シフトドラム 37 の回転数に基づいて回転数差が所定以上であれば、ドッグギヤ 35 と歯車 39 b との凹凸が噛み合うであろう時期には、出力トルクがゼロ又はゼロに近づくように制御してもよい。これによって、メインクラッチ 33 がない場合又はメインクラッチ 33 が動力伝達状態であっても、ドッグギヤ 35 のドッグと歯車 39 b と

の凹凸がずれた場合や回転数差が大きい状態での変速ショックを低減できる。

[0076] さらに、本実施形態では、ポテンシオメータ 21 を用いて変速機 19 の動力切断状態を判断したが、他の手段を用いて、変速機 19 の動力切断状態を判断してもよい。例えば、シフトドラムポテンシオメータ 21 に代えてギヤポジションセンサ（接触式抵抗センサ）を用いてもよい。具体的には、ギヤポジションセンサを用いて、ドッグが歯車にかみ合うシフトドラム位置であることが判断可能である場合、ギヤポジションセンサからの信号値から、ギヤポジション位置以外の角度位置にシフトドラムが移動したり、ギヤポジション位置からずれたことを検知して、変速機の動力切断状態を判断してもよい。

[0077] また、シフト操作子から変速に伴う動力がシフトドラム 37 に伝達される場合には、シフト操作子からシフトドラム 37 の間に動力伝達経路に設けられた荷重センサ（ロードセル）を用いてもよい。具体的には、変速操作に伴う動力伝達経路の荷重変化を検知して、変速機 19 の動力切断状態を判断してもよい。このほか、シフトドラム 37 に連動して角変位する角変位体、例えばチェンジドラムの角度位置を検出するセンサの検出値を用いて、変速機の動力切断状態を判断してもよい。

[0078] また、インプットシャフト 31 及びアウトプットシャフト 34 の回転数差に基づいてもよい。具体的には、各シャフト 31, 34 の回転数を検出するセンサを備え、各シャフト間での減速比を考慮した回転数差が所定値を超えた場合に、変速機 19 の動力切断状態を判断してもよい。また、アウトプットシャフト 34 に代えて、アウトプットシャフト 34 よりも動力伝達方向下流側の回転体の回転数を用いてもよい。例えば、駆動輪の回転数検出センサの値から減速比を考慮してアウトプットシャフト 34 の回転数を算出してもよい。また、メインクラッチが設けられない場合には、同様にインプットシャフト 31 に代えて、インプットシャフト 31 よりも動力伝達方向上流側の回転体、たとえばモータ出力軸の回転数から減速比を考慮してインプットシ

シャフト31の回転数を算出してもよい。仮にメインクラッチが設けられる場合についても、メインクラッチの動力伝達状態であると判断されていれば、クラッチよりも動力伝達方向上流側の回転体の回転数から減速比を考慮してインプットシャフト31の回転数を算出してもよい。

[0079] さらに、動力伝達経路の推定について、ポテンショメータ21の時間変化率の絶対値が所定値を超えて正である場合にシフトアップ、所定値を超えて負である場合にシフトダウンと判断したが、シフトドラム37の回転角度の変化率を用いたがこれに限らない。たとえばシフトドラム37またはシフトドラム37と連動して角変位するチェンジレバー等の角変位体の回転方向を用いて、減速比が大きくなる回転方向か、減速比が小さくなる回転方向かを判断してもよい。また他の操作手段の操作に基づいて切替えられる動力伝達経路を推定してもよい。たとえば変速操作以前に、減速にかかる操作（ブレーキ操作、低速時のターンシグナル点灯操作）および減速にかかる運転状態を判断して、シフトダウンを判断して減速比が大きくなる経路への移行と推定してもよい。例えば、ブレーキ操作などによって速度低下後のクラッチ操作による動力遮断状態に移行すると、シフトダウンを判断してもよい。同様に、加速操作などによって速度増加後のクラッチ操作による動力遮断状態に移行するとシフトアップを判断してもよい。

[0080] 上記実施形態では、変速機による動力切断状態に応じて回転制御とトルク制御とを切り換えたが、クラッチによる動力切断状態に応じて回転制御とトルク制御とを切り換えてもよい。また、本実施形態では、移行制御を行うとしたが、角度差またはトルク差が所定値よりも小さい場合には、移行制御を行わないようにしたり、移行期間を短くしたりしてもよい。また、移行制御において、回転数制御とトルク抑制制御を順に行うようにしてもよい。これによってさらに衝撃を抑制することができる。また、状況に応じて回転数制御とトルク抑制制御とを切替えるようにしてもよい。角度差とトルク差とを比較して、角度差による衝撃が大きいと判断すると回転数制御の比率を高め、トルク差による衝撃が大きいと判断するとトルク抑制制御の比率を行うよ

うにしてもよい。また、変速操作とクラッチ操作とが可能な乗り物の場合には、少なくともいずれかが動力切断状態の間には回転数制御または移行制御を継続するようにしてもよい。これによって運転者の意図をモータ制御に反映することができる。たとえば変速操作により動力切断状態では回転数制御を行い、クラッチ操作により動力切断状態の間は移行制御を行ってもよい。

[0081] また、走行停止状態からの発進状態であることを、運転状態（たとえば車速、モータ回転数、ギヤ比、アクセル操作量などの時間変化）から判断すると、シフトアップの可能性を判断して、変速時に減速比が小さくなる経路への移行と推定してもよい。例えば変速操作よりも前に所定走行速度以下で加速側にアクセル操作子が操作されていると、発進時の変速操作と判断して、変速時にシフトアップを判断して減速比が小さくなる経路への移行と推定してもよい。

[0082] また、変速操作時に出力トルクが要求されるであろう運転条件（例えば上り坂、加速、追越し等を表す運転条件）を判断して、シフトダウンを判断して変速比が大きくなる経路への移行と推定してもよいし、変速操作時に出力トルクの低減が要求されるであろう運転条件（例えば下り坂、定速走行）を判断して、シフトアップを判断して変速比が小さくなる経路への移行と推定してもよい。

[0083] また、ギヤ位置がニュートラル位置で、走行速度に対して、インพุットシャフト側の回転数が高い場合には、インพุットシャフト側の回転数を低減するようにモータを回転数制御してもよい。たとえばギヤ位置がニュートラル位置で、走行停止状態でかつインพุットシャフト側の回転数がアイドル回転数よりも高い場合には、アイドル回転数に近づくようにモータを回転数制御してもよい。また、過去の変速履歴とそのときの運転状態を記憶し、学習制御を用いて、記憶値に基づいて移行されるであろう変速比を推定してもよい。このようにシフトドラムの回転数のほか、車両の運転状態または運転者の操作状態に基づいて、変速時において移行する動力伝達経路を推定してもよい。

- [0084] さらに、トルク制御に関して、アクセル操作量と目標トルクとの相関関係が示されるマップを用いてモータをトルク制御ものに限られず、可及的に運転者のアクセル要求に応じた出力トルクを得るように構成されればよく、アクセル操作量のほか、アクセル操作量の時間変化率、変速比、走行速度、モータ回転数などのパラメータに応じて目標トルクを設定してもよい。また、車両の状態に応じて目標トルクを補正するようにしてもよい。たとえば電池残量が少ない場合、バッテリー温度が高い場合など、運転者の要求するトルクに対して目標トルク値を抑制するように出力トルクを設定してもよい。またマップのほか、各パラメータを係数とする演算式を用いてもよい。
- [0085] さらに、本実施形態では、ECU 20は、変速時の動力切断状態を判断した場合に、運転状態および操作条件に応じて回転数制御の実行の有無を切り替え、クラッチ操作および走行速度に応じて、特定の条件で回転数制御を行わずにトルク制御を継続させている。このほか、変速時の動力切断状態を判断した場合に、上記条件の他のトルク優先条件を満足すると、回転数制御（緩和制御）以外の制御を実行してもよい。また、変速操作よりも前のアクセル操作量が小さい状態において、所定値よりも走行速度が高い場合、又は、モータ回転数が高い場合、又は、変速比が小さい場合などには、変速時の動力切断状態でトルク制御を継続させてもよい。
- [0086] また、インプットシャフト31とアウトプットシャフト34との回転数差が所定許容範囲内で変速に伴うショックが小さいと判断される場合には、トルク制御を継続してもよい。たとえば、変速時の減速比差の大小を考慮して、変速前後の減速比の差に応じて所定許容範囲が変速比ごとに設定されてもよい。また、サーキット走行モードが選択されるなど変速に伴うショックが許容される場合には、前記所定許容範囲を大きくするようにしてもよい。また、運転者の要求で前記所定許容範囲を設定可能としてもよい。また電池容量が少ない場合など、回生制御を効果的に行う制御を実行してもよい。このようにクラッチが存在しない場合でも、運転状態または操作状態に応じて、トルク優先条件を設定してもよい。

[0087] さらに、回転数制御又は第1トルク制御による移行制御は所定条件満足するまで継続するようにすればよい。このように移行制御（回転制御または第1トルク制御）は、変速機19を動力伝達状態に移行した場合にショックが小さくなるであろう所定条件を満足するまで継続してもよい。たとえば、移行後制御は、上述したように、図8に示したシフトドラム37の回転変化率、図10に示したアウトプットシャフト34とインプットシャフト31との回転数差が許容値以上であることを所定条件として、変速機19の動力伝達時に継続してもよい。また、移行制御を終了するシフトドラム37の回転変化率、各シャフト31、34の回転数差の許容値が、変速比ごとに対応して設定されてもよい。たとえば変速比が大きい場合のほうが許容値を小さくしてもよい。また、現状の出力トルクに対して目標トルクを得るための出力増加量が所定値未満になるまで、移行制御を継続してもよい。また、走行速度または走行速度の時間変化の大小に応じて、移行制御の継続・終了を判断してもよい。このように移行制御からトルク制御に切替える所定条件は、運転状態または操作状態に応じて設定されてもよい。たとえば走行速度、走行加速度、ギヤポジション、アクセル操作量、車体バンクのうち、少なくとも1つを含む運転状態に応じて、移行制御からトルク制御へ復帰してもよい。

[0088] また、緩和制御は、変速機19が動力切断状態になる前に、動力伝達状態に移行することを判断して緩和制御を開始してもよい。そうすることで、変速ショックを防ぎながら早期の変速が可能になる。例えば、変速指令、回転数差、シフトドラムの回転変化率などに基づくことで、隣り合う変速位置の間の中間位置に達する前に回転数制御を開始できる。

産業上の利用可能性

[0089] 以上のように、本発明に係る電動車両は、変速機が動力切断状態から動力伝達状態になるときに、上流側回転体と下流側回転体との角速度の差が大きいままである場合や、目標トルクと出力トルクとの差が大きい場合であっても、回転数制御からトルク制御に移行するときの衝撃を抑制することができる優れた効果を有し、この効果の意義を発揮できる電動二輪車等に広く適用

すると有益である。

符号の説明

- [0090] 1 電動二輪車（電動車両）
3 後輪（駆動輪）
1 8 電動モータ
1 9 手動変速機
3 3 メインクラッチ
4 1 変速状態検出部（変速状態検出装置）
4 2 推定部（推定装置）
4 3 クラッチ判定部
4 4 モータ制御部（モータ制御装置）

請求の範囲

- [請求項1] 駆動輪に動力伝達経路を介して伝達される走行動力を発生する電動モータと、
- 前記電動モータからの動力を変速するために運転者の操作に連動して複数の動力伝達経路から1つを選択して動力伝達経路を切り換える手動変速機と、
- 前記手動変速機が動力伝達経路の切り換えを完了した動力伝達状態にあるか動力伝達経路の切り換え途中である動力切断状態にあるかを検出可能な変速状態検出装置と、
- 第1制御ルーチンを実行して前記電動モータを制御するモータ制御装置と、を備え、
- 前記第1制御ルーチンでは、前記変速状態検出装置で前記手動変速機が動力伝達状態にあると検出されたときに、前記電動モータのトルク制御が行われ、前記変速状態検出装置で前記手動変速機が動力切断状態にあると検出されたときに、前記トルク制御とは異なり動力伝達経路の切り換えによる衝撃を緩和するための前記電動モータの緩和制御が行われる、電動車両。
- [請求項2] 前記手動変速機の動力切断状態を検出すると次に切り換えられる動力伝達経路を推定する推定装置をさらに備え、
- 前記緩和制御は、前記手動変速機の推定された動力伝達経路での減速比と、前記手動変速機の動力伝達経路の切り換え部分の動力伝達下流側にある下流側回転体の回転数と、に基づいた前記電動モータの回転数制御である、請求項1に記載の電動車両。
- [請求項3] 前記回転数制御では、前記推定装置が推定した減速比が動力伝達経路の切換前の減速比に比べて小さい場合に、前記電動モータが回転数を減少するよう制御され、前記推定装置が推定した減速比が動力伝達経路の切換前の減速比に比べて大きい場合に、前記電動モータが回転数を増加するよう制御される、請求項2に記載の電動車両。

- [請求項4] 前記電動モータと前記手動変速機との間の動力伝達を切断可能なクラッチをさらに備え、
前記モータ制御装置は、前記クラッチの操作状態にかかわらず前記第1制御ルーチンを実行可能である、請求項1乃至3のいずれかに記載の電動車両。
- [請求項5] 前記電動モータと前記手動変速機との間の動力伝達を切断可能なクラッチと、
前記クラッチが動力伝達状態にあるか動力切断状態にあるかを判定可能なクラッチ判定装置と、をさらに備え、
前記モータ制御装置は、前記クラッチが動力伝達状態にあると判定されたときに前記第1制御ルーチンを実行し、前記クラッチが動力切断状態にあると判定されたときに第2制御ルーチンを実行し、前記第2制御ルーチンでは、前記電動モータの回転数制御が行われる、請求項1乃至3のいずれかに記載の電動車両。
- [請求項6] 前記モータ制御装置は、運転状態が所定のショック抑制優先条件を満足すると検出されたときに前記クラッチの操作状態に応じて前記1制御ルーチンと前記第2制御ルーチンとを切り換え、運転状態が所定のトルク優先条件を満足すると検出されたときに前記クラッチの操作状態にかかわらず前記第1制御ルーチンを実行する、請求項5に記載の電動車両。
- [請求項7] 前記モータ制御装置は、前記手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられた後も、所定条件を満足するまでは前記回転数制御を継続し、所定条件を満足してから前記トルク制御に切り換える、請求項1乃至6のいずれかに記載の電動車両。
- [請求項8] 前記モータ制御装置は、前記所定条件を電動車両の運転状態に応じて変更する、請求項7に記載の電動車両。
- [請求項9] 前記モータ制御装置は、前記手動変速機が動力切断状態から動力伝達状態に切り換えられると、第1トルク制御を行ってから第2トルク

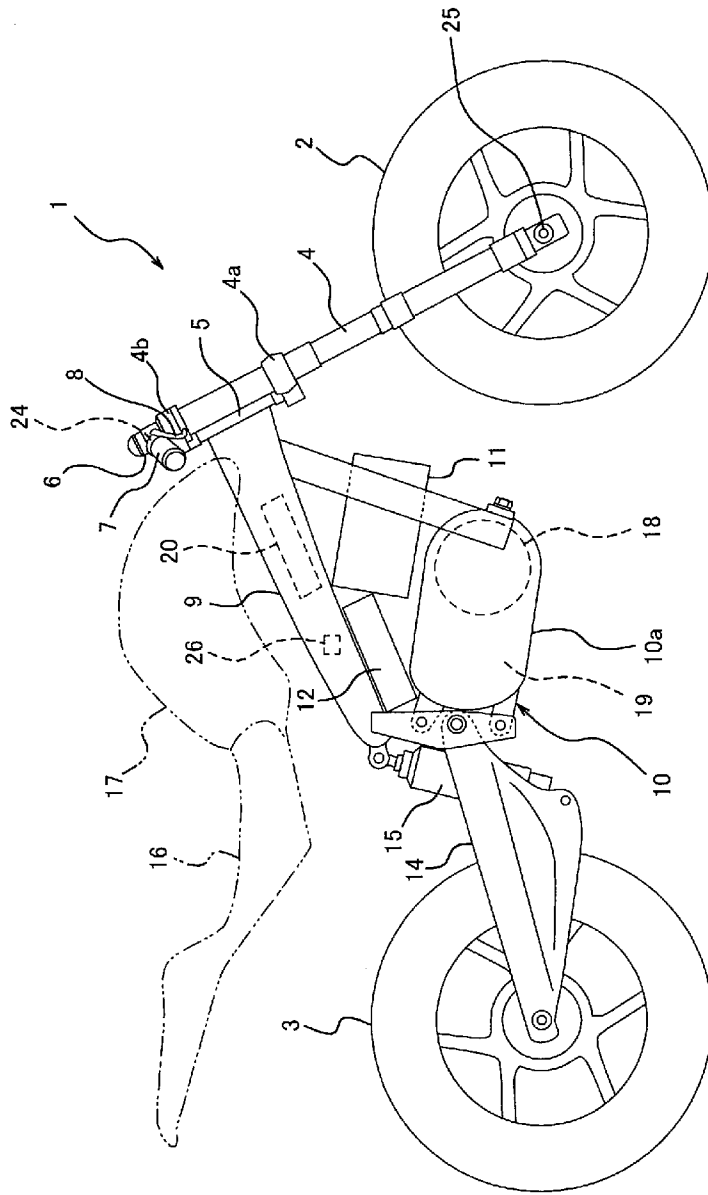
制御を行い、

前記第 1 トルク制御は、前記第 2 トルク制御に比べて、出力トルクが目標トルクに到達するまでの時間あたりのトルク変化量を抑制する、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の電動車両。

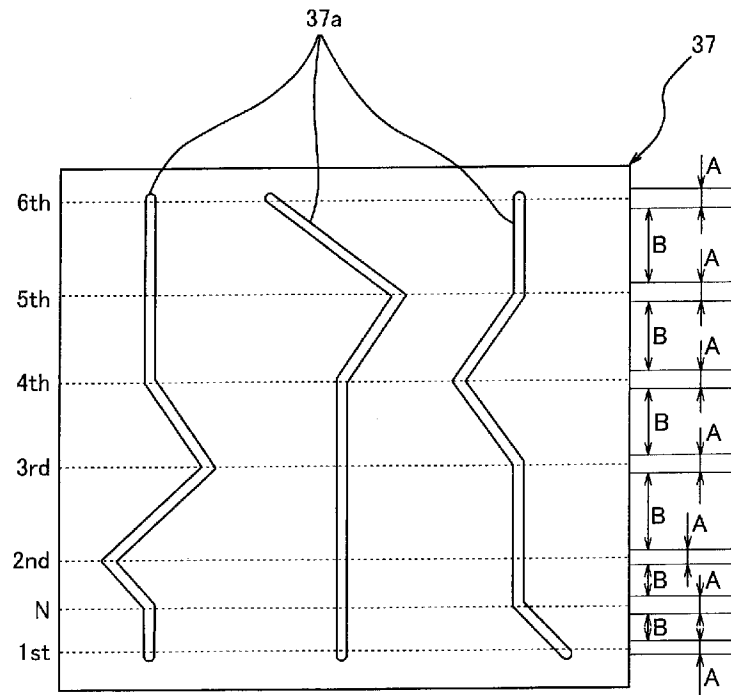
[請求項10]

前記モータ制御装置は、前記第 1 トルク制御のトルク抑制程度又は実行時間を車両の運転状態に応じて変更する、請求項 9 に記載の電動車両。

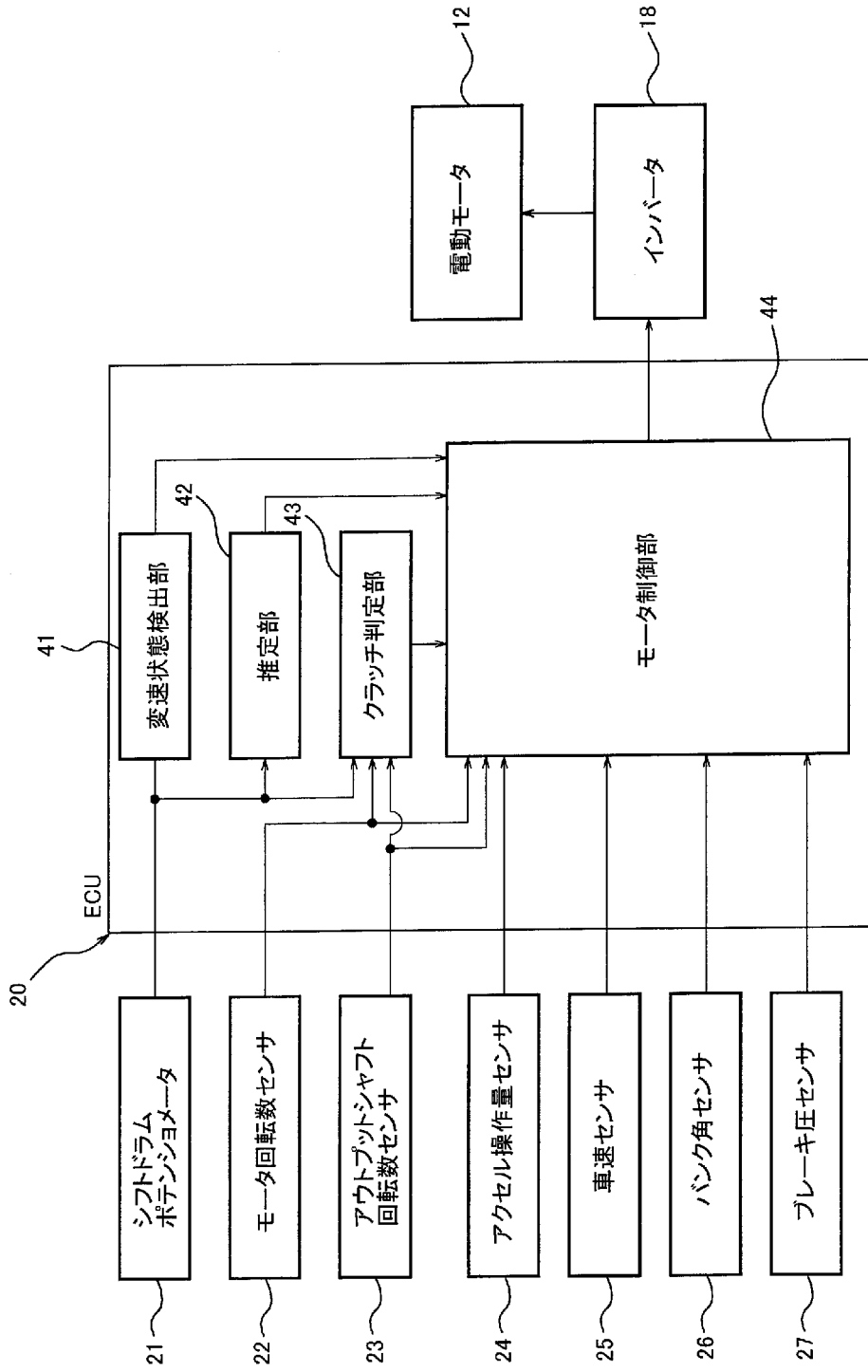
[図1]



[図3]



[図4]



[図5]

〈低速時〉

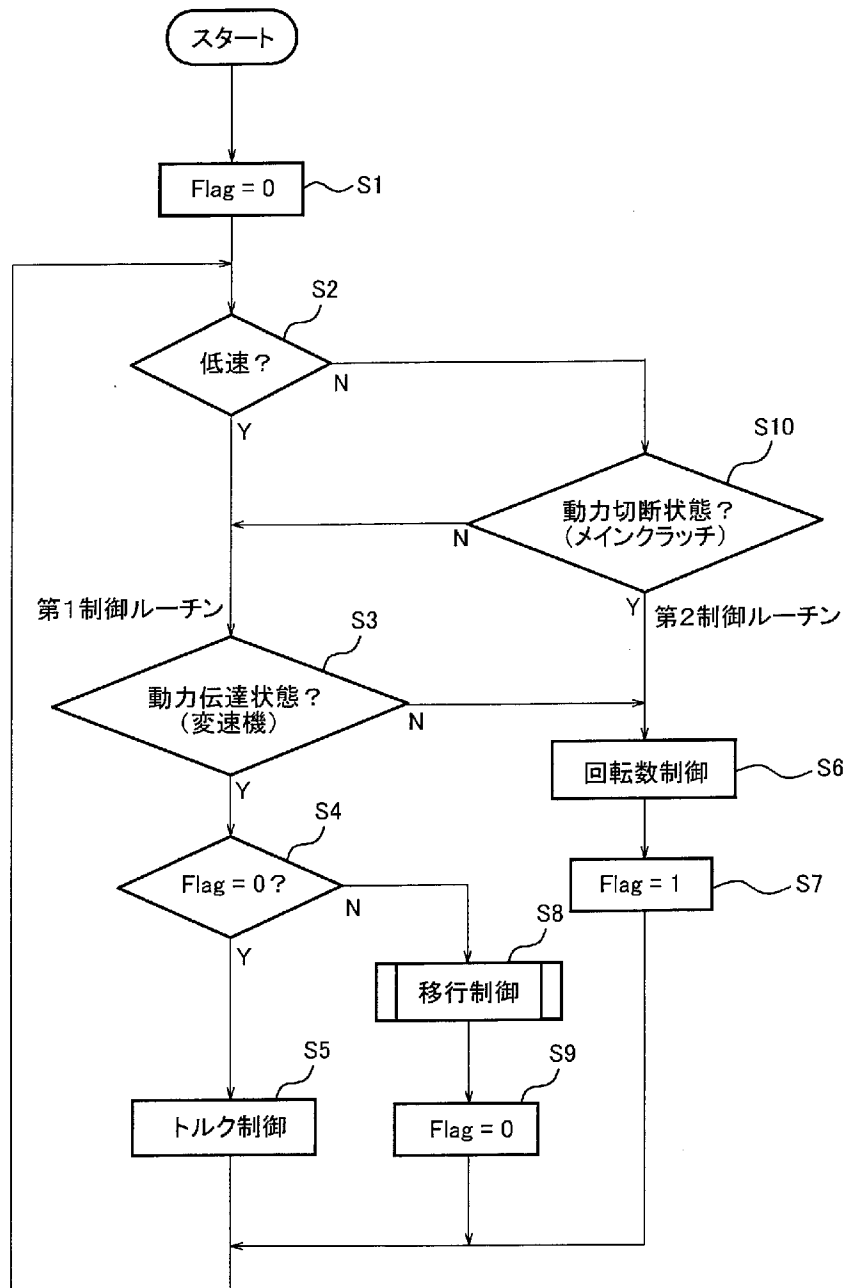
		メインクラッチ	
		動力伝達状態	動力切断状態
変速機	動力伝達状態	トルク制御	
	動力切断状態	回転数制御	

[図6]

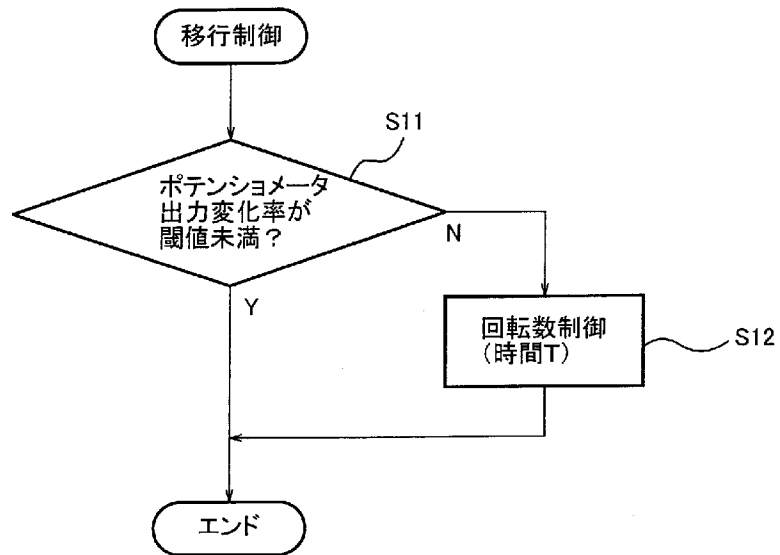
〈高速時〉

		メインクラッチ	
		動力伝達状態	動力切断状態
変速機	動力伝達状態	トルク制御	回転数制御
	動力切断状態		

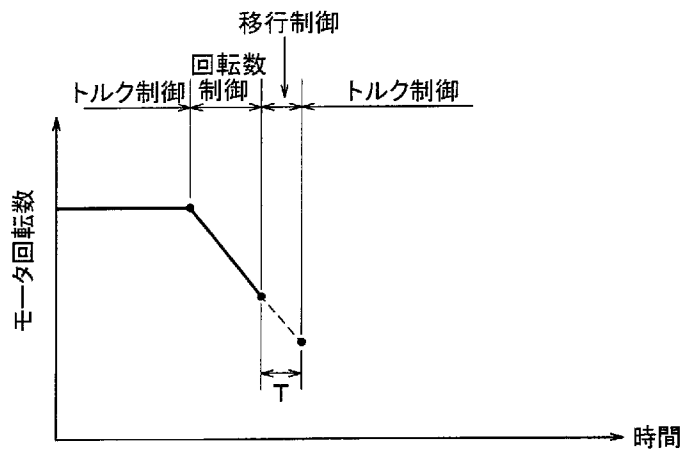
[図7]



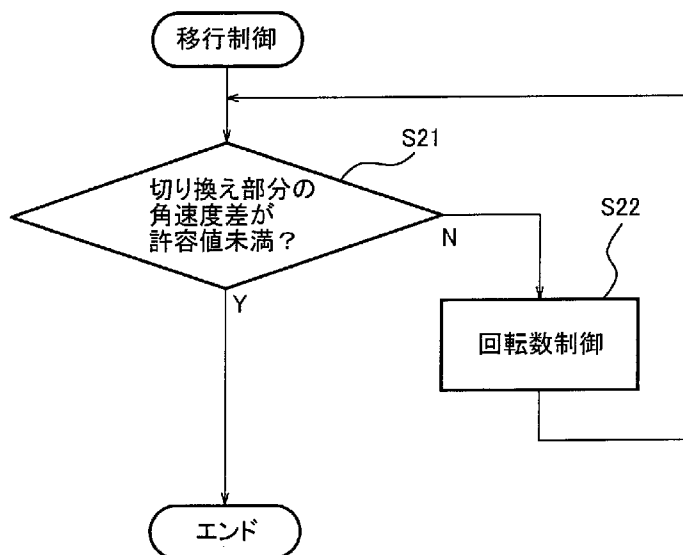
[図8]



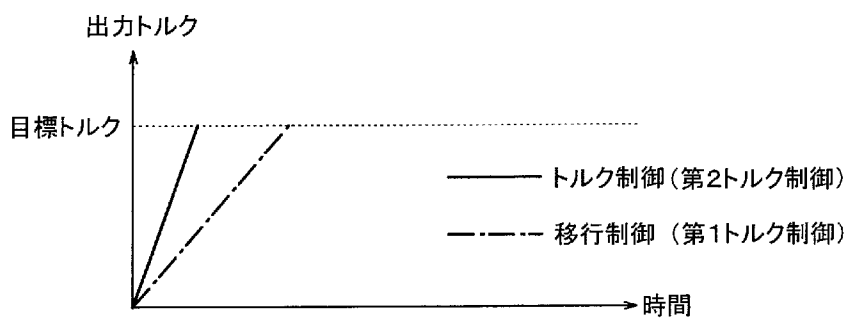
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L15/20 (2006.01) i, B62J99/00 (2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L15/20, B62J99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-168110 A (Mitsubishi Motors Corp.), 25 June 1996 (25.06.1996), paragraphs [0040] to [0090]; fig. 1 to 3 & US 5884201 A & EP 745503 A1 & WO 1996/017742 A1 & DE 69522797 D & DE 69522797 T	1-5, 9-10 6-8
Y	JP 7-59214 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 March 1995 (03.03.1995), paragraphs [0007] to [0021]; fig. 1 to 2 & US 5412294 A	1-5, 9-10
Y	JP 7-7815 A (Meidensha Corp.), 10 January 1995 (10.01.1995), paragraphs [0006] to [0018]; fig. 1 to 2 (Family: none)	5, 9-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January, 2012 (10.01.12)

Date of mailing of the international search report
24 January, 2012 (24.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60L15/20(2006.01)i, B62J99/00(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60L15/20, B62J99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 8-168110 A (三菱自動車株式会社) 1996.06.25, 段落番号【0040】-【0090】及び図1-3 & US 5884201 A & EP 745503 A1 & WO 1996/017742 A1 & DE 69522797 D & DE 69522797 T	1-5、9-10 6-8
Y	JP 7-59214 A (三菱電機株式会社) 1995.03.03, 段落番号【0007】-【0021】及び図1-2 & US 5412294 A	1-5、9-10
Y	JP 7-7815 A (株式会社明電舎) 1995.01.10, 段落番号【0006】-【0018】及び図1-2 (ファミリーなし)	5、9-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.01.2012

国際調査報告の発送日

24.01.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

上野 力

3H

3748

電話番号 03-3581-1101 内線 3316