

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6096594号
(P6096594)

(45) 発行日 平成29年3月15日 (2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日 (2017.2.24)

(51) Int.Cl.

F 1

B60T 8/17 (2006.01)
B60K 6/36 (2007.10)
B60K 6/547 (2007.10)
B60K 6/445 (2007.10)
B60K 6/26 (2007.10)

B60T 8/17 C
 B60K 6/36
 B60K 6/547 ZHV
 B60K 6/445
 B60K 6/26

請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-114223 (P2013-114223)
 (22) 出願日 平成25年5月30日 (2013.5.30)
 (65) 公開番号 特開2014-231344 (P2014-231344A)
 (43) 公開日 平成26年12月11日 (2014.12.11)
 審査請求日 平成27年9月2日 (2015.9.2)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000100768
 アイシン・エィ・ダブリュ株式会社
 愛知県安城市藤井町高根10番地
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 加藤 春哉
 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 木村 秋広
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の制御装置およびそれを備える車両、ならびに車両の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の制御装置であって、
 前記車両は、
 回転電機と、
前記回転電機の発電電力を蓄える蓄電装置と、
 前記回転電機の回転軸と駆動軸との間に連結され、係合要素の切替によって前記回転軸と前記駆動軸との間の変速比を変更可能な自動変速機と、
 前記駆動軸に連結される駆動輪を制動するための摩擦ブレーキとを含み、
 前記制御装置は、
 前記車両の要求制動トルクに応じて、前記回転電機の回生制動トルクを制御するための回生制御部と、
 前記変速比を変更するための変速制御を実行し、前記変速制御の実行中に、前記駆動軸に作用する変速機出力制動トルクの変動を抑制するように前記回生制動トルクを補正するための変速制御部と、
 前記摩擦ブレーキの摩擦制動トルクを制御するためのブレーキ制御部とを備え、
 前記ブレーキ制御部は、前記変速制御の非実行中には、前記回生制動トルクに基づいて前記摩擦制動トルクを決定し、前記変速制御の実行中には、前記変速機出力制動トルクに基づいて前記摩擦制動トルクを決定し、
前記回生制御部は、前記回転電機の最大回生トルクと前記蓄電装置の受入可能電力とに

10

20

基づいて前記回転電機の回生可能トルクを算出し、算出された前記回生可能トルクに応じて前記駆動軸に作用するトルクを前記変速機出力制動トルクとして算出する、車両の制御装置。

【請求項 2】

前記回生制御部は、前記回生可能トルクから所定のトルクを差し引いた値を前記回生制動トルクとして算出し、

前記所定のトルクは、エンジンプレーキに相当するトルクである、請求項 1 に記載の車両の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の制御装置を備える車両。

10

【請求項 4】

内燃機関と、

もう 1 つの回転電機と、

前記内燃機関の出力軸、前記回転電機の回転軸および前記もう 1 つの回転電機の回転軸に機械的に連結される 3 軸式の動力分割装置とをさらに備える、請求項 3 に記載の車両。

【請求項 5】

車両の制御方法であって、

前記車両は、

回転電機と、

前記回転電機の発電電力を蓄える蓄電装置と、

20

前記回転電機の回転軸と駆動軸との間に連結され、係合要素の切替によって前記回転軸と前記駆動軸との間の変速比を変更可能な自動変速機と、

前記駆動軸に連結される駆動輪を制動するための摩擦ブレーキとを含み、

前記制御方法は、

前記車両の要求制動トルクに応じて、前記回転電機の回生制動トルクを制御するステップと、

前記変速比を変更するための変速制御を実行し、前記変速制御の実行中に、前記駆動軸に作用する変速機出力制動トルクの変動を抑制するように前記回生制動トルクを補正するステップと、

前記摩擦ブレーキの摩擦制動トルクを制御するステップとを含み、

30

前記摩擦制動トルクを制御するステップは、

前記変速制御の非実行中に、前記回生制動トルクに基づいて前記摩擦制動トルクを決定するステップと、

前記変速制御の実行中に、前記変速機出力制動トルクに基づいて前記摩擦制動トルクを決定するステップと、

前記回転電機の最大回生トルクと前記蓄電装置の受入可能電力とに基づいて前記回転電機の回生可能トルクを算出するステップと、

算出された前記回生可能トルクに応じて前記駆動軸に作用するトルクを前記変速機出力制動トルクとして算出するステップとを含む、車両の制御方法。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の制御装置およびそれを備える車両、ならびに車両の制御方法に関し、特に、回生制動および摩擦制動を実行可能な車両の制御装置およびそれを備える車両、ならびに車両の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特開平 7 - 336805 号公報（特許文献 1）は、回生制動トルクを発生するモータと摩擦制動トルクを発生するブレーキとを備える電気自動車を開示している。この電気自動車では、まず、運転者が要求した要求制動トルクに応じて回生制動トルクが決定される。

50

そして、要求制動トルクと回生制動トルクとの差が摩擦制動トルクとして決定される。これにより、回生制動トルクの割合をできる限り高くして、車両の持つ運動エネルギーを効率よく回収することができる（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平7-336805号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

上記の電気自動車において、車輪とモータとの間に自動変速機が設けられる構成が考えられる。自動変速機の変速動作中においては、モータから自動変速機へ伝達される入力トルクを調整する制御を実行することによって、自動変速機から車輪へ伝達されるトルクの変動を抑制することができる。このような制御は、一般に、トルク相補償制御およびイナーシャ相補償制御として知られる。

【0005】

ここで、車両の制動中に変速動作が実行されると、上記制御によって回生制動トルクが調整される。しかしながら、調整による回生制動トルクの変化分は、自動変速機から車輪へ伝達されるトルクに寄与しない。そのため、要求制動トルクを満足するためには、変速動作を考慮して摩擦制動トルクを決定する必要がある。

20

【0006】

それゆえに、この発明の目的は、回生制動および摩擦制動を実行可能な車両において、自動変速機の変速動作を考慮して適切な制動を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明によれば、車両は、回転電機と、自動変速機と、摩擦ブレーキとを含む。自動変速機は、回転電機の回転軸と駆動軸との間に連結され、係合要素の切替によって回転軸と駆動軸との間の変速比を変更可能である。摩擦ブレーキは、駆動軸に連結される駆動輪を制動する。車両の制御装置は、回生制御部と、変速制御部と、ブレーキ制御部とを備える。回生制御部は、車両の要求制動トルクに応じて、回転電機の回生制動トルクを制御する。変速制御部は、変速比を変更するための変速制御を実行し、変速制御の実行中に、駆動軸に作用する変速機出力制動トルクの変動を抑制するように回生制動トルクを補正する。ブレーキ制御部は、摩擦ブレーキの摩擦制動トルクを制御する。ブレーキ制御部は、変速制御の非実行中には、回生制動トルクに基づいて摩擦制動トルクを決定し、変速制御の実行中には、変速機出力制動トルクに基づいて摩擦制動トルクを決定する。

30

【0008】

好ましくは、車両は、蓄電装置をさらに含む。蓄電装置は、回転電機の発電電力を蓄える。回生制御部は、回転電機の最大回生トルクと蓄電装置の受入可能電力とに基づいて回転電機の回生可能トルクを算出し、算出された回生可能トルクに応じて駆動軸に作用するトルクを変速機出力制動トルクとして算出する。

40

【0009】

好ましくは、回生制御部は、回生可能トルクから所定のトルクを差し引いた値を回生制動トルクとして算出する。所定のトルクは、エンジンブレーキに相当するトルクである。

【0010】

また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの制御装置を備える。

好ましくは、車両は、内燃機関と、もう1つの回転電機と、3軸式の動力分割装置とをさらに備える。3軸式の動力分割装置は、内燃機関の出力軸、回転電機の回転軸およびもう1つの回転電機の回転軸に機械的に連結される。

【0011】

また、この発明によれば、車両は、回転電機と、自動変速機と、摩擦ブレーキとを含む

50

。自動変速機は、回転電機の回転軸と駆動軸との間に連結され、係合要素の切替によって回転軸と駆動軸との間の変速比を変更可能である。摩擦ブレーキは、駆動軸に連結される駆動輪を制動する。車両の制御方法は、車両の要求制動トルクに応じて、回転電機の回生制動トルクを制御するステップと、変速比を変更するための変速制御を実行し、変速制御の実行中に、駆動軸に作用する変速機出力制動トルクの変動を抑制するように回生制動トルクを補正するステップと、摩擦ブレーキの摩擦制動トルクを制御するステップとを含む。摩擦制動トルクを制御するステップは、変速制御の非実行中に、回生制動トルクに基づいて摩擦制動トルクを決定するステップと、変速制御の実行中に、変速機出力制動トルクに基づいて摩擦制動トルクを決定するステップとを含む。

【発明の効果】

10

【0012】

この発明においては、変速制御の非実行中には、回生制動トルクに基づいて摩擦制動トルクが決定される一方、変速制御の実行中には、変速機出力制動トルクに基づいて摩擦制動トルクが決定される。このため、変速制御の非実行中には、回転電機が出力している回生制動トルクを用いることによって、簡易かつ正確に摩擦制動トルクを算出することができる。一方、変速制御の実行中には、変速機出力制動トルクを用いることによって、変速ショック低減のための回生制動トルクの調整の影響を抑制することができる。したがって、この発明によれば、回生制動および摩擦制動を実行可能な車両において、自動変速機の変速動作を考慮して適切な制動を実現できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0013】

【図1】実施の形態1に従う車両の全体ブロック図である。

【図2】図1に示す動力分割装置の共線図を示す図である。

【図3】自動変速機での変速時の回転変化の様子を示す図である。

【図4】図1に示すECUが実行する制動制御に関する機能ブロック図である。

【図5】図1に示すECUが実行する制動制御の制御構造を示すフローチャートである。

【図6】図1に示すECUが実行する制動制御の一例を示すタイムチャートである。

【図7】実施の形態2に従う車両の全体ブロック図である。

【図8】図7に示すECUが実行する制動制御の一例を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0014】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。また、本明細書において車両を加速させるトルクを正方向のトルクとし、車両を減速させるトルクを負方向のトルクとする。

【0015】

〔実施の形態1〕

図1は、実施の形態1に従う車両の全体ブロック図である。図1を参照して、車両1は、エンジン(E/G)100と、第1モータジェネレータ(以下「第1MG」という)200と、動力分割装置300と、第2モータジェネレータ(以下「第2MG」という)400と、自動変速機(A/T)500と、電力制御装置(Power Control Unit、以下「PCU」という)600と、バッテリー700と、摩擦ブレーキ800と、電子制御装置(Electronic Control Unit、以下「ECU」という)1000とを含む。

40

【0016】

エンジン100は、ECU1000からの制御信号CSEに基づいて、駆動輪82を回転させるためのパワーを発生する。エンジン100が発生したパワーは動力分割装置300に輸入される。

【0017】

動力分割装置300は、エンジン100から入力されたパワーを、自動変速機500を介して駆動輪82に伝達されるパワーと、第1MG200に伝達されるパワーとに分割す

50

る。動力分割装置 300 は、サンギヤ (S) 310、リングギヤ (R) 320、キャリア (C) 330、およびピニオンギヤ (P) 340 を含む遊星歯車機構 (差動機構) である。サンギヤ (S) 310 は、第 1 MG 200 のロータに連結される。リングギヤ (R) 320 は、自動変速機 500 を介して駆動輪 82 に連結される。ピニオンギヤ (P) 340 は、サンギヤ (S) 310 とリングギヤ (R) 320 とに噛合する。キャリア (C) 330 は、ピニオンギヤ (P) 340 を自転かつ公転自在に保持する。キャリア (C) 330 は、エンジン 100 のクランクシャフトに連結される。

【0018】

第 1 MG 200 および第 2 MG 400 は、交流の回転電機であって、モータとしてもジェネレータとしても機能する。第 2 MG 400 は、動力分割装置 300 と自動変速機 500 との間に設けられる。より具体的には、動力分割装置 300 のリングギヤ (R) 320 と自動変速機 500 の入力軸とを連結する回転軸 350 に第 2 MG 400 のロータが接続される。

【0019】

自動変速機 500 は、回転軸 350 と駆動軸 560 との間に設けられる。自動変速機 500 は、複数の油圧式の摩擦係合要素 (クラッチおよびブレーキなど) を含むギヤユニットと、ECU 1000 からの制御信号 CSA に応じた油圧を各摩擦係合要素に供給する油圧回路とを備える。複数の摩擦係合要素の係合状態が変更されることによって、自動変速機 500 は、係合状態、スリップ状態および解放状態のいずれかの状態に切り替えられる。係合状態では、自動変速機 500 の入力軸の回転パワーの全部が自動変速機 500 の出力軸に伝達される。スリップ状態では、自動変速機 500 の入力軸の回転パワーの一部が自動変速機 500 の出力軸に伝達される。解放状態では、自動変速機 500 の入力軸と出力軸との間の動力伝達が遮断される。

【0020】

また、自動変速機 500 は、ECU 1000 からの制御信号 CSA に基づいて、係合状態における変速比 (出力軸回転速度に対する入力軸回転速度の比) を予め定められた複数の変速段 (変速比) のうちのいずれかに切替可能に形成される。なお、自動変速機 500 は、通常は係合状態に制御されるが、変速中は一時的にスリップ状態または解放状態となり、変速終了後に再び係合状態に戻される。

【0021】

PCU 600 は、ECU 1000 からの制御信号 CSP に基づいて、バッテリー 700 から供給される直流電力を交流電力に変換して第 1 MG 200 および / または第 2 MG 400 に出力する。これにより、第 1 MG 200 および / または第 2 MG 400 が駆動される。また、PCU 600 は、第 1 MG 200 および / または第 2 MG 400 によって発電される交流電力を直流電力に変換してバッテリー 700 へ出力する。これにより、バッテリー 700 が充電される。

【0022】

バッテリー 700 は、第 1 MG 200 および / または第 2 MG 400 を駆動するための高電圧 (たとえば 200 V 程度) の直流電力を蓄える。バッテリー 700 は、代表的にはニッケル水素やリチウムイオンを含んで構成される。なお、バッテリー 700 に代えて、大容量のキャパシタも採用可能である。

【0023】

ここで、第 2 MG 400 は、車両 1 の減速時に電力回生を行うことによって回生ブレーキとしても機能することができる。第 2 MG 400 は、車両 1 の運動エネルギーを電気エネルギーに変換することによって制動力を発生する。第 2 MG 400 が発生した制動力は、自動変速機 500 を介して駆動軸 560 へ伝達される。このとき、第 2 MG 400 は、ECU 1000 からの制御信号 CSP に基づいて制動力が制御される。

【0024】

摩擦ブレーキ 800 は、駆動輪 82 を制動するためのブレーキである。摩擦ブレーキ 800 は、摩擦によって車両 1 の運動エネルギーを熱エネルギーに変換して制動力を発生する。

摩擦ブレーキ 800 は、たとえば、ディスクブレーキやドラムブレーキを含んで構成される。摩擦ブレーキ 800 は、ECU 1000 からの制御信号 CSB に基づいて制動力が制御される。このように、車両 1 は、回生ブレーキとしての第 2 MG 400 による制動力と、摩擦ブレーキ 800 による制動力とのうちの少なくとも一方を用いて減速することができる。

【0025】

車両 1 は、エンジン回転速度センサ 10 と、車速センサ 15 と、レゾルバ 21, 22 と、ブレーキペダルストロークセンサ 31 と、監視センサ 32 とをさらに含む。エンジン回転速度センサ 10 は、エンジン 100 の回転速度（以下「エンジン回転速度 e」という）を検出する。車速センサ 15 は、駆動軸 560 の回転速度を車速 V として検出する。レゾルバ 21 は、第 1 MG 200 の回転速度（以下「第 1 MG 回転速度 g」という）を検出する。レゾルバ 22 は、第 2 MG 400 の回転速度（以下「第 2 MG 回転速度 m」という）を検出する。ブレーキペダルストロークセンサ 31 は、ユーザによるブレーキペダル 30 の操作量（以下「ブレーキ操作量 Bp」という）を検出する。監視センサ 32 は、バッテリー 700 の状態（バッテリー電圧 Vb、バッテリー電流 Ib、バッテリー温度 Tb など）を検出する。これらの各センサは、検出結果を ECU 1000 に出力する。

【0026】

ECU 1000 は、図示しない CPU (Central Processing Unit) およびメモリを内蔵し、当該メモリに記憶された情報や各センサからの情報に基づいて所定の演算処理を実行する。ECU 1000 は、演算処理の結果に基づいて車両 1 に搭載される各機器を制御する。

【0027】

ECU 1000 は、ブレーキ操作量 Bp に基づいて要求制動トルク Brq を算出する。ECU 1000 は、要求制動トルク Brq を満足するように第 2 MG 400 で発生する回生制動トルク Tm と摩擦ブレーキ 800 で発生する摩擦制動トルク Tbk を算出する。ECU 1000 は、第 2 MG 400 が実際に発生する制動力が回生制動トルク Tm となるように第 2 MG 400 を制御する。また、ECU 1000 は、摩擦ブレーキ 800 が実際に発生する制動力が摩擦制動トルク Tbk となるように摩擦ブレーキ 800 を制御する。

【0028】

ECU 1000 は、監視センサ 32 の検出結果に基づいてバッテリー 700 の残存容量 (State Of Charge、以下「SOC」ともいう) を算出する。ECU 1000 は、SOC およびバッテリー温度 Tb などに基づいて、バッテリー出力可能電力 WOUT およびバッテリー受入可能電力 WIN (単位はいずれもワット) を設定する。ECU 1000 は、バッテリー 700 の実出力電力 Pbout がバッテリー出力可能電力 WOUT を超えないように PCU 600 を制御する。また、ECU 1000 は、バッテリー 700 の実受入電力 Pbin がバッテリー受入可能電力 WIN を超えないように PCU 600 を制御する。このとき、第 1 MG 200 および第 2 MG 400 の損失を考慮してもよい。

【0029】

ECU 1000 は、予め定められた変速マップを参照して駆動力および車速 V に対応する目標変速段を決定し、実際の変速段が目標変速段となるように自動変速機 500 を制御する。なお、上述したように、自動変速機 500 は、通常は係合状態に制御されるが、変速中（アップシフト中またはダウンシフト中）は一時的にスリップ状態または解放状態となり、変速終了後に再び係合状態に戻る。

【0030】

図 2 は、図 1 に示す動力分割装置 300 の共線図を示す図である。図 2 に示すように、サンギヤ (S) 310 の回転速度（すなわち第 1 MG 回転速度 g）、キャリア (C) 330 の回転速度（すなわちエンジン回転速度 e）、リングギヤ (R) 320 の回転速度（すなわち第 2 MG 回転速度 m）は、動力分割装置 300 の共線図上で直線で結ばれる関係（いずれか 2 つの回転速度が決まれば残りの回転速度も決まる関係）になる。リングギヤ (R) 320 と駆動軸 560 との間に自動変速機 (A/T) 500 が設けられている

10

20

30

40

50

。そのため、第2 MG 回転速度 m と車速 V との比は、自動変速機 500 で形成される変速段（変速比）によって決まる。なお、図2には、自動変速機 500 が1速～4速のいずれかの前進変速段を形成可能な場合が例示されている。

【0031】

図3は、自動変速機 500 での変速時の回転変化の様子を模式的に共線図上に示した図である。図3に示すように、変速時（ダウンシフト時あるいはアップシフト時）には、車速 V はほとんど変化せず固定される。そのため、ダウンシフト時（変速比を上げる時）には、一点鎖線に示すように、自動変速機 500 の入力軸回転速度（すなわち第2 MG 回転速度 m ）を上昇させる必要がある。逆に、アップシフト時（変速比を下げる時）には、二点鎖線に示すように、自動変速機 500 の入力軸回転速度を低下させる必要がある。

10

【0032】

以上のような構成において、通常の制動時においては、減速時にエネルギーを最大限回収することができるように、回生制動トルク T_m と摩擦制動トルク T_{bk} との配分が決定される。これにより、車両1の運転効率を高めて航続距離を延ばすことができる。

【0033】

具体的には、まず、要求制動トルク B_{rq} に対して回生制動トルク T_m が決定される。このとき、第2 MG 400 が回生可能トルクが算出される。回生可能トルクは、第2 MG 400 の最大回生トルクおよびバッテリー受入可能電力 W_{IN} に基づいて算出される。具体的には、回生可能トルクは、第2 MG 400 の最大回生トルク内において、実受入電力 P_{bin} がバッテリー受入可能電力 W_{IN} を超えないように算出される。

20

【0034】

そして、要求制動トルク B_{rq} を回生ブレーキのみによって発生することができる場合には、要求制動トルク B_{rq} が回生制動トルク T_m として決定される。一方、要求制動トルク B_{rq} を回生ブレーキのみによって発生することができない場合には、回生可能トルクが回生制動トルク T_m として決定される。

【0035】

次に、要求制動トルク B_{rq} と回生制動トルク T_m との差分が摩擦制動トルク T_{bk} として決定される。これにより、第2 MG 400 によって発生することができない制動力の部分を摩擦ブレーキ 800 の制動力によって補うことができる。このように、第2 MG 400 と摩擦ブレーキ 800 とが協調して動作することによって、要求制動トルク B_{rq} を満足する制動が実現される。

30

【0036】

ここで、制動中に変速動作が実行されると、自動変速機 500 の変速ショックを抑制するために回生制動トルク T_m が調整される。自動変速機 500 の変速過渡期は、自動変速機 500 内のクラッチやブレーキのトルク分担が変化するトルク相と、トルク相に続いて回転変化が生じるイナーシャ相とに大別される。

【0037】

トルク相では、自動変速機 500 の入力軸の回転数 N_{in} が保たれたまま変速比が変化する。このとき、自動変速機 500 の出力軸に作用する変速機出力制動トルク T_p の変動を抑制するように自動変速機 500 の入力軸に入力される入力トルクを調整するトルク相補償制御が実行される。なお、上記入力トルクは、第2 MG 400 のトルクおよび動力分割装置 300 を介してエンジン 100 から伝達されるエンジン直達トルク T_e の合計である。

40

【0038】

一方、イナーシャ相では、自動変速機 500 の変速比が保たれたまま自動変速機 500 の入力軸の回転数 N_{in} が変化する。このとき、回転速度 N_{in} の変化による変速機出力制動トルク T_p の変動を抑制するために自動変速機 500 の入力軸に入力される入力トルクを調整するイナーシャ相補償制御が実行される。ここで、イナーシャ相補償制御のために調整された分の入力トルクは、自動変速機 500 の出力軸に作用しない。

【0039】

50

このため、制動中にダウンシフトが実行されると、特に、イナーシャ相においては、第2 MG 400の回生制動トルク T_m に基づいて計算される変速機出力制動トルクが、実際の変速機出力制動トルク T_p に一致しない場合がある。そのため、要求制動トルク Brq を満足するためには、変速動作を考慮して摩擦制動トルク Tbk を決定する必要がある。
【0040】

そこで、本実施の形態においては、変速動作の非実行中には、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク Tbk が決定される一方、変速動作の実行中には、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク Tbk が決定される。このため、変速動作の非実行中には、第2 MG 400が出力している回生制動トルク T_m を用いることによって、簡易かつ正確に摩擦制動トルク Tbk を算出することができる。一方、変速動作の実行中には、変速機出力制動トルク T_p を用いることによって、変速ショック低減のための回生制動トルク T_m の調整の影響を抑制することができる。以下、この制動処理の内容について詳しく説明する。

10

【0041】

図4は、図1に示すECU1000が実行する制動制御に関する機能ブロック図である。図4の機能ブロック図に記載された各機能ブロックは、ECU1000によるハードウェア的あるいはソフトウェア的な処理によって実現される。

【0042】

図4とともに図1を参照して、ECU1000は、変速制御部1001と、回生制御部1002と、ブレーキ制御部1003とを含む。

20

【0043】

変速制御部1001は、予め定められた変速マップを参照して駆動力および車速 V に対応する目標変速段を決定し、実際の変速段が目標変速段となるように自動変速機500を制御する。変速制御部1001は、変速比を変更するための変速動作を実行する。変速制御部1001は、変速動作の実行中に、駆動軸560に作用する変速機出力制動トルク T_p の変動を抑制するように回生制動トルク T_m を補正するための補正量 T_c を算出する。

【0044】

変速制御部1001は、自動変速機500を制御するための制御信号 CSA を自動変速機500へ出力する。変速制御部1001は、補正量 T_c を回生制御部1002へ出力する。変速制御部1001は、変速動作の実行中であることを示す信号 CHG をブレーキ制御部1003へ出力する。

30

【0045】

回生制御部1002は、ブレーキ制御部1003から受ける要求制動トルク Brq に応じて、第2 MG 400の回生制動トルク T_m を制御する。まず、回生制御部1002は、第2 MG 400の回生可能トルクを算出する。回生可能トルクは、第2 MG 400の最大回生トルクおよびバッテリー受入可能電力 WIN に基づいて算出される。具体的には、回生可能トルクは、第2 MG 400の最大回生トルク内において、実受入電力 $Pbin$ がバッテリー受入可能電力 WIN を超えないように算出される。

【0046】

なお、回生制御部1002は、モータ温度、インバータ素子の温度などに基づいて第2 MG 400の最大回生トルクを制限してもよい。これにより、モータおよびインバータを故障から保護することができる。

40

【0047】

回生制御部1002は、要求制動トルク Brq を回生ブレーキのみによって発生することができる場合には、要求制動トルク Brq を回生制動トルク T_m として決定する。一方、回生制御部1002は、要求制動トルク Brq を回生ブレーキのみによって発生することができない場合には、回生可能トルクを回生制動トルク T_m として決定する。

【0048】

回生制御部1002は、変速制御部1001から受けた補正量 T_c を回生制動トルク T_m に付加する。回生制御部1002は、第2 MG 400が実際に発生するトルクが回生制

50

動トルク T_m となるように第 2 MG 400 を制御する。回生制御部 1002 は、PCU 600 を制御するための制御信号 CSP を PCU 600 へ出力する。

【0049】

回生制御部 1002 は、回生可能トルクに基づいて駆動軸 560 に作用する変速機出力制動トルク T_p を算出する。回生制御部 1002 は、回生可能トルクおよびエンジン直達トルク T_e の合計に変速比を乗算した値と、要求制動トルク B_{rq} とのうちの大きい方を変速機出力制動トルク T_p として決定する。回生制御部 1002 は、回生制動トルク T_m を示す信号、および変速機出力制動トルク T_p を示す信号をブレーキ制御部 1003 へ出力する。

【0050】

ブレーキ制御部 1003 は、ブレーキペダルストロークセンサ 31 からブレーキ操作量 B_p を受ける。ブレーキ制御部 1003 は、ブレーキ操作量 B_p に基づいて要求制動トルク B_{rq} を算出する。ブレーキ制御部 1003 は、要求制動トルク B_{rq} を回生制御部 1002 へ出力する。

【0051】

ブレーキ制御部 1003 は、変速動作の非実行中には、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} を決定する。具体的には、ブレーキ制御部 1003 は、回生制動トルク T_m およびエンジン直達トルク T_e の合計に変速比を乗算した値を要求制動トルク B_{rq} から差し引いた値を、摩擦制動トルク T_{bk} として決定する。

【0052】

一方、ブレーキ制御部 1003 は、変速動作の実行中には、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} を決定する、具体的には、ブレーキ制御部 1003 は、変速機出力制動トルク T_p を要求制動トルク B_{rq} から差し引いた値を、摩擦制動トルク T_{bk} として決定する。ブレーキ制御部 1003 は、摩擦ブレーキ 800 が実際に発生する制動力が摩擦制動トルク T_{bk} となるように摩擦ブレーキ 800 を制御する。ブレーキ制御部 1003 は、摩擦ブレーキ 800 を制御するための制御信号 CSB を摩擦ブレーキ 800 へ出力する。

【0053】

図 5 は、図 1 に示す ECU 1000 が実行する制動制御の制御構造を示すフローチャートである。図 5 に示すフローチャートは、ECU 1000 に予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア（電子回路）を構築して処理を実現することも可能である。

【0054】

図 5 とともに図 1 を参照して、ECU 1000 は、ステップ（以下、ステップを S と略す。）10 にて、ブレーキ中であるか否かを判定する。具体的には、ECU 1000 は、ユーザによってブレーキペダル 30 が操作されているときにブレーキ中であると判定する。ブレーキ中でないと判定された場合は（S10 にて NO）、以降の処理はスキップされて処理がメインルーチンに戻される。

【0055】

ブレーキ中であると判定された場合は（S10 にて YES）、ECU 1000 は、ブレーキ操作量 B_p に基づいて要求制動トルク B_{rq} を算出する（S12）。

【0056】

続いて S14 にて、ECU 1000 は、要求制動トルク B_{rq} に応じて第 2 MG 400 の回生制動トルク T_m を算出する。具体的には、ECU 1000 は、要求制動トルク B_{rq} を回生ブレーキのみによって発生することができる場合には、要求制動トルク B_{rq} を回生制動トルク T_m として決定する。一方、ECU 1000 は、要求制動トルク B_{rq} を回生ブレーキのみによって発生することができない場合には、回生可能トルクを回生制動トルク T_m として決定する。

【0057】

続いて S16 にて、自動変速機 500 が変速中であるか否かを判定する。自動変速機 5

10

20

30

40

50

00が変速中であると判定された場合は(S16にてYES)、ECU1000は、変速機出力制動トルク T_p を算出する(S18)。

【0058】

続いてS20にて、ECU1000は、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} を算出する。ここで、ECU1000は、変速機出力制動トルク T_p を要求制動トルク B_{rq} から差し引いた値を、摩擦制動トルク T_{bk} として決定する。

【0059】

続いてS22にて、ECU1000は、変速ショックを抑制するために回生制動トルク T_m を補正する。具体的には、ECU1000は、変速ショックを抑制するための補正量 T_c を、S14で算出された回生制動トルク T_m に付加する。これにより、変速機出力制動トルク T_p の変動が抑制される。

10

【0060】

一方、S16にて変速中でないと判定された場合は(S16にてNO)、ECU1000は、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} を算出する(S24)。このとき、回生制動トルク T_m の変動量が摩擦制動トルク T_{bk} で補われて、要求制動トルク B_{eq} が満足される。

【0061】

なお、上記において、ECU1000は、回生可能トルクから所定のトルクを差し引いた値を回生制動トルク T_m としてもよい。所定のトルクは、エンジンブレーキに相当するトルクである。これにより、回生可能トルクがエンジンブレーキに相当するトルク分と、回生制動のためのトルク分とを含むことを考慮して、回生制動トルク T_m を算出することができる。

20

【0062】

図6は、図1に示すECU1000が実行する制動制御の一例を示すタイムチャートである。図6を参照して、時刻 t_1 においてブレーキ中にダウンシフトが開始されると、トルク相において変速比が変化する。変速比の変化に応じて第2MG400の回生制動トルク T_m を調整するトルク相補償制御の実行によって自動変速機500の出力軸に換算された回生制動トルクが維持される。

【0063】

時刻 t_2 において、変速動作がトルク相からイナーシャ相へ遷移する。イナーシャ相においては、変速比が維持されたままで、自動変速機500の入力軸の回転数 N_{in} が変化する。回転速度 N_{in} の変化による変速機出力制動トルク T_p の変動を抑制するために自動変速機500の入力軸に入力される入力トルクを調整するイナーシャ相補償制御が実行される。このとき、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される。このため、変速ショック低減のための回生制動トルク T_m の調整の影響を抑制することができる。なお、この例においては、第1MG200のトルク T_g および第2MG400のトルク T_m を用いてイナーシャ相補償制御が実行される場合が示される。

30

【0064】

時刻 t_3 において、ダウンシフトが終了すると、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される。

40

【0065】

以上のように、この実施の形態1においては、変速動作の非実行中には、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される一方、変速動作の実行中には、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される。このため、変速動作の非実行中には、第2MG400が出力している回生制動トルク T_m を用いることによって、簡易かつ正確に摩擦制動トルク T_{bk} を算出することができる。一方、変速動作の実行中には、変速機出力制動トルク T_p を用いることによって、変速ショック低減のための回生制動トルク T_m の調整の影響を抑制することができる。したがって、この実施の形態1によれば、回生制動および摩擦制動を実行可能な車両において、自動変速機の変速動作を考慮して適切な制動を実現できる。

50

【 0 0 6 6 】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 では、車両がエンジン 1 0 0 を搭載したハイブリッド車両である場合を説明した。実施の形態 2 では、車両がエンジン 1 0 0 を搭載しない電気自動車である場合を説明する。

【 0 0 6 7 】

図 7 は、実施の形態 2 に従う車両の全体ブロック図である。図 7 を参照して、車両 1 A は、エンジン 1 0 0、第 1 M G 2 0 0、第 2 M G 4 0 0、動力分割装置 3 0 0、および E C U 1 0 0 0 に代えて、モータジェネレータ（以下「M G」という）4 0 0 A、および E C U 1 0 0 0 A を含む。

10

【 0 0 6 8 】

M G 4 0 0 A は、交流の回転電機であって、モータとしてもジェネレータとしても機能する。M G 4 0 0 A は、自動変速機 5 0 0 を介して駆動軸 5 6 0 へ接続される。制動時においては、自動変速機 5 0 0 の入力軸へは、M G 4 0 0 A の回生制動トルク T_m のみが作用する。

【 0 0 6 9 】

図 8 は、図 7 に示す E C U 1 0 0 0 A が実行する制動制御の一例を示すタイムチャートである。図 8 を参照して、時刻 t_1 においてブレーキ中にダウンシフトが開始されると、トルク相において変速比が変化する。変速比の変化に応じて第 2 M G 4 0 0 の回生制動トルク T_m を調整するトルク相補償制御の実行によって自動変速機 5 0 0 の出力軸に換算された回生制動トルクが維持される。

20

【 0 0 7 0 】

時刻 t_2 において、変速動作がトルク相からイナーシャ相へ遷移する。イナーシャ相においては、変速比が維持されたままで、自動変速機 5 0 0 の入力軸の回転数 N_{in} が変化する。回転速度 N_{in} の変化による変速機出力制動トルク T_p の変動を抑制するために自動変速機 5 0 0 の入力軸に入力される入力トルクを調整するイナーシャ相補償制御が実行される。このとき、変速機出力制動トルク T_p に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される。このため、回生制動トルク T_m が変化しても、制動トルクを維持することができる。

【 0 0 7 1 】

時刻 t_3 において、ダウンシフトが終了すると、回生制動トルク T_m に基づいて摩擦制動トルク T_{bk} が決定される。ここで、本実施の形態においては、回生制動トルク T_m に変速比を乗算した値を要求制動トルク B_{rq} から差し引いた値を、摩擦制動トルク T_{bk} として決定する。

30

【 0 0 7 2 】

時刻 t_4 において、バッテリー受入可能電力 W_{IN} が制限されると、要求制動トルク B_{rq} に対する回生制動トルク T_m による制動力の割合が低下する。このとき、制動力の低下を補うために、摩擦制動トルク T_{bk} の割合を増加することによって、要求制動トルク B_{rq} が満足される。

【 0 0 7 3 】

以上のように、この実施の形態 2 においても、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

40

【 0 0 7 4 】

なお、上記の実施の形態では、自動変速機 5 0 0 がオートマチックトランスミッションである場合について説明したが、自動変速機 5 0 0 は、セミオートマチックトランスミッションやデュアルクラッチトランスミッションなどの変速比を段階的に変更する有段変速機であってもよい。

【 0 0 7 5 】

なお、上記において、第 2 M G 4 0 0 は、減速機を介して動力分割装置 3 0 0 と自動変速機 5 0 0 との間に連結されてもよい。

50

【 0 0 7 6 】

なお、上記において、第2MG400、MG400Aは、この発明における「回転電機」の一実施例に対応し、バッテリー700は、この発明における「蓄電装置」の一実施例に対応する。

【 0 0 7 7 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

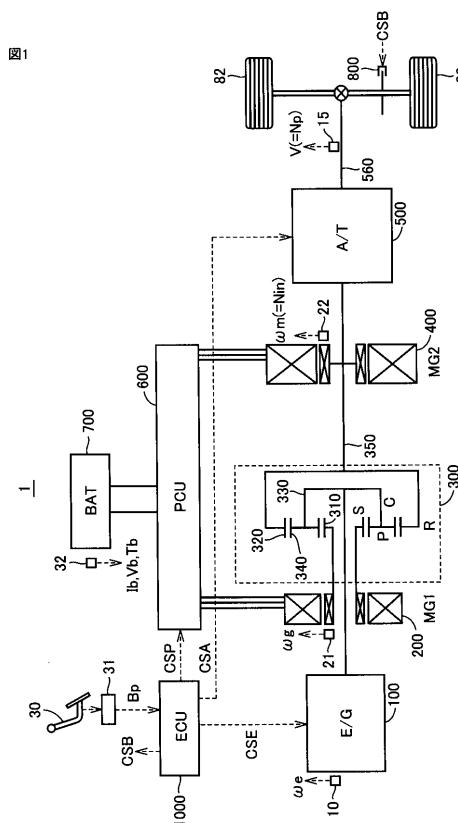
【 符号の説明 】

10

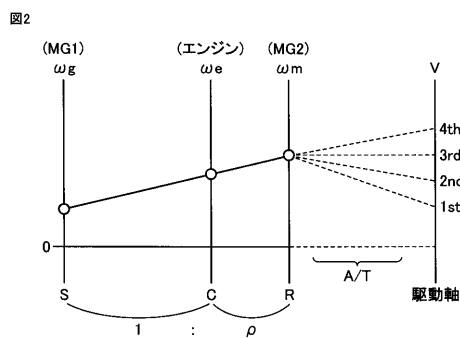
【 0 0 7 8 】

1、1A 車両、10 エンジン回転速度センサ、15 車速センサ、21、22 レゾルバ、30 ブレーキペダル、31 ブレーキペダルストロークセンサ、32 監視センサ、82 駆動輪、100 エンジン、200 第1MG、300 動力分割装置、350 回転軸、400 第2MG、400A MG、500 自動変速機、560 駆動軸、600 PCU、700 バッテリー、800 摩擦ブレーキ、1000 ECU、1001 変速制御部、1002 回生制御部、1003 ブレーキ制御部。

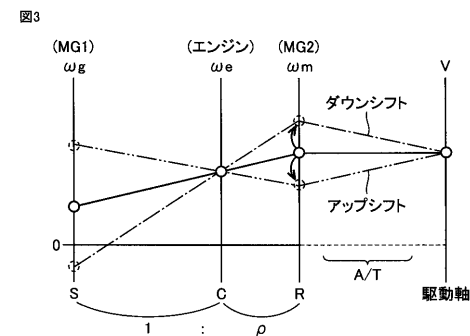
【 図 1 】



【 図 2 】

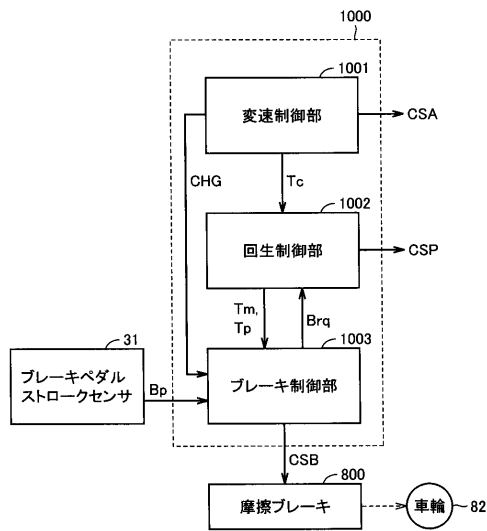


【 図 3 】



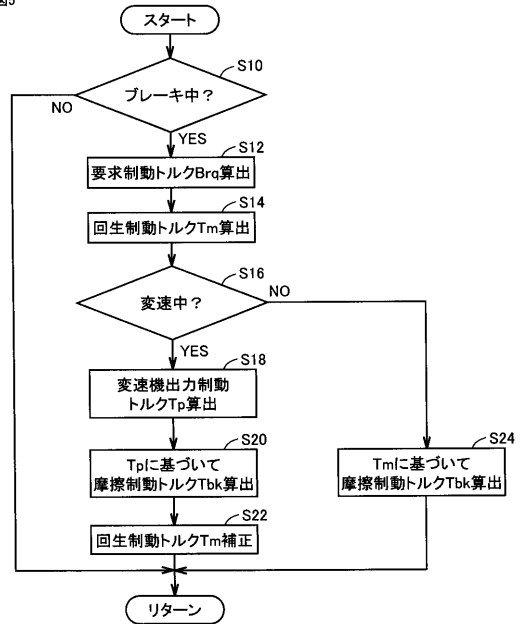
【図4】

図4



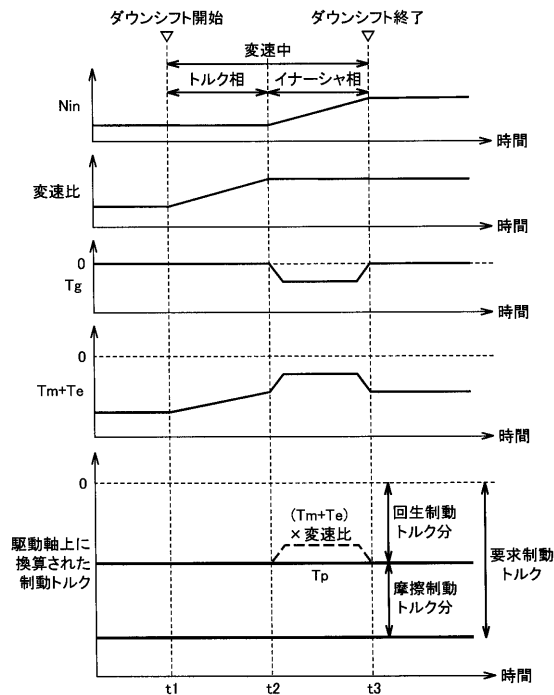
【図5】

図5



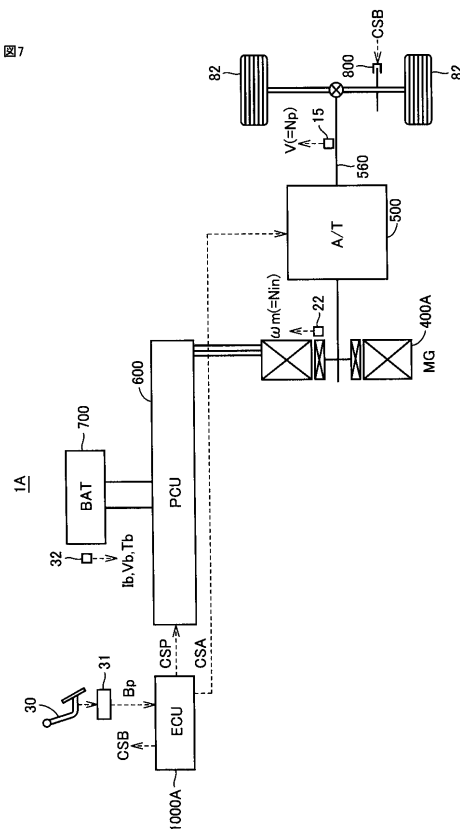
【図6】

図6



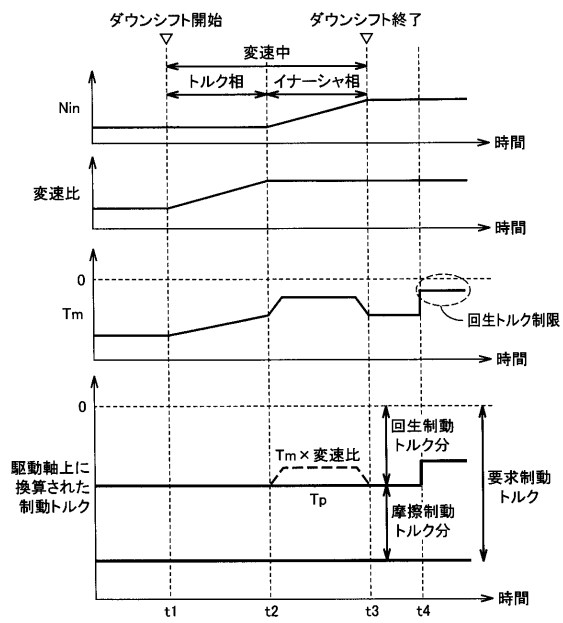
【図7】

図7



【図 8】

図8



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 L	15/20	(2006.01)	B 6 0 L	15/20	K
B 6 0 L	7/24	(2006.01)	B 6 0 L	7/24	D
B 6 0 L	7/10	(2006.01)	B 6 0 L	7/10	
B 6 0 W	10/06	(2006.01)	B 6 0 W	10/06	
B 6 0 W	10/08	(2006.01)	B 6 0 W	10/08	
B 6 0 W	10/11	(2012.01)	B 6 0 W	10/11	
B 6 0 W	10/18	(2012.01)	B 6 0 W	10/18	
B 6 0 W	10/00	(2006.01)	B 6 0 W	10/00	1 4 8

- (72)発明者 山本 雅哉
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 古田 秀樹
愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

審査官 竹村 秀康

- (56)参考文献 特開2007-246018(JP,A)
特開2010-125936(JP,A)
特開2005-329926(JP,A)
特開2000-324606(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2
B 6 0 T 7 / 1 2 - 8 / 1 7 6 9
B 6 0 T 8 / 3 2 - 8 / 9 6
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 5 0 / 1 6