

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6018018号
(P6018018)

(45) 発行日 平成28年11月2日(2016.11.2)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl.			F I		
B60L	7/14	(2006.01)	B60L	7/14	ZHV
B60K	6/48	(2007.10)	B60K	6/48	
B60W	10/08	(2006.01)	B60K	6/20	320
B60W	20/00	(2016.01)	B60K	6/20	330
B60W	10/26	(2006.01)	B60K	6/20	370

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-117936 (P2013-117936)	(73) 特許権者	598051819
(22) 出願日	平成25年6月4日(2013.6.4)		ダイムラー・アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2014-236626 (P2014-236626A)		Daimler AG
(43) 公開日	平成26年12月15日(2014.12.15)		ドイツ連邦共和国 70327 シュツツ
審査請求日	平成28年3月16日(2016.3.16)		トガルト、メルセデスシュトラッセ 137
			7
			Mercedesstrasse 137
			, 70327 Stuttgart, De
			utschland
		(74) 代理人	100090022
			弁理士 長門 侃二
		(74) 代理人	100111143
			弁理士 安達 枝里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気自動車の回生制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータの駆動力を駆動輪に伝達して走行し、オートクルーズ制御による走行中に目標車速を中心とした上限速度及び下限速度の間に車速を維持する一方、降坂路の走行中にはモータ回生制御手段によりモータを回生制御して回生電力をバッテリーに充電する電気自動車において、

車両の走行中に該車両に装備された制動装置を駆動制御して制動力を調整可能な制動力調整手段と、

上記車両の前方に存在する降坂路の情報を取得する降坂路情報取得手段と、

上記降坂路情報取得手段により取得された降坂路の情報に基づき、該降坂路を上記車両がオートクルーズ制御により走行する際に車速を略一定の変化率で増加させ、且つ該降坂路の終了地点で上記上限速度に到達させることが可能な車速の増加指標を設定する車速増加指標設定手段と、

上記車両が降坂路に到達して該降坂路をオートクルーズ制御により走行するときに、該降坂路の走行期間全体に亘って上記モータ回生制御手段に上記モータを最大出力で回生制御させると共に、これと並行して、上記車速増加指標設定手段により設定された車速の増加指標に基づき上記制動力調整手段に上記制動装置を駆動制御させて該車速を略一定の変化率で増加させるエネルギー回収制御手段と

を備えたことを特徴とする電気自動車の回生制御装置。

【請求項2】

10

20

上記降坂路の走行中に車速を維持するために必要な要求制動エネルギーが、該降坂路の走行中に上記モータの回生制御により回収可能な電力エネルギーと、上記車速を上記上限速度まで増加させることにより回収可能な運動エネルギーとの和以上であるか否かを判定するエネルギー判定手段を備え、

上記エネルギー回収制御手段は、上記エネルギー判定手段により上記要求制動エネルギーが上記電力エネルギーと上記運動エネルギーとの和以上であると判定されたときに、上記降坂路の走行期間全体に亘って上記モータの最大出力による回生制御と上記車速の増加指標に基づく上記制動装置の駆動制御とを並行して実行する一方、上記要求制動エネルギーが上記電力エネルギーと上記運動エネルギーとの和未満であると判定されたときには、上記降坂路での走行開始と共に上記モータのトルクを0に保って車速を急増させ、該車速が上記上限速度まで増加した時点で上記モータの最大出力による回生制御と上記制動装置の作動とを開始することを特徴とする請求項1記載の電気自動車の回生制御装置。

10

【請求項3】

上記エネルギー回収制御手段は、上記エネルギー判定手段により上記要求制動エネルギーが上記電力エネルギーと上記運動エネルギーとの和未満であると判定されたときに、上記モータの回生トルクを制限することを特徴とする請求項2記載の電気自動車の回生制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電気自動車の回生制御装置に係り、詳しくは降坂路の走行中にモータを回生制御して発電された電力をバッテリーに充電する回生制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来からの走行用動力源としてエンジンを搭載したエンジン車両の効率を改善するために、エンジンに加えて走行用動力源としてモータを搭載したハイブリッド電気自動車、或いはエンジンに代えてモータを搭載した電気自動車など（以下、電気自動車と総称する場合もある）が実用化されている。

このような電気自動車では、モータを回生制御することにより発電機として作動可能なため、例えば降坂路での走行時などでは、駆動輪側からの逆駆動によりモータに発電させて発電電力をバッテリーに充電している。これにより降坂路で得られる車両の位置エネルギーを電力エネルギーとして回収でき、その後のモータによる走行時にバッテリーからの放電電力を利用している。

30

【0003】

また、降坂路での車両の位置エネルギーは電力エネルギーとして回収できるだけでなく、車速増加の形態で運動エネルギーとしても回収できる。即ち、降坂路での走行中にモータの回生トルクを0に制御すれば、車速を増加させて運動エネルギーとして回収可能となる。よって、降坂路が終了した後の走行中に車速を次第に低下させて運動エネルギーを消費することにより、モータやエンジンの負担を軽減して燃費を節減できる（以下、このような制御を車速増加制御という）。

【0004】

40

一方、近年では運転者の負担軽減などを目的として、運転者が任意に設定した目標速度を維持して走行を行うオートクルーズ機能を備えた車両が普及しており、例えば特許文献1に開示されているように電気自動車に適用した例もある。この電気自動車では、オートクルーズ制御による走行中に、目標車速の上下に設定された上限速度及び下限速度の間に車速を維持するように（以下、この状態を目標車速の維持と表現する場合もある）、エンジン及びモータの運転状態を適宜切り換えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-187090号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に開示されたオートクルーズ制御においても、上限速度と下限速度との間に僅かではあるが車速の自由度が存在する。従って、オートクルーズ制御を実行して降坂路を走行する場合でも、モータの回生制御及び車速増加制御を実行することが考えられる。

【0007】

図3はオートクルーズ制御により降坂路を走行した場合のモータの回生制御と車速増加制御との実行状況を示すタイムチャートであり、下から2段目に従来技術を示している。

降坂路では、車速を維持するために必要な制動力として負側の要求トルクが設定され、この要求トルクを常に達成するようにモータの回生制御や車速増加制御が実行される。図3の例は、要求トルクに対してモータの最大出力時の回生トルクが不足する場合を示しており、その不足分は車両に装備された制動装置、例えばリターダ、エンジンの圧縮開放ブレーキ、排気ブレーキなどにより補われる。

この例のオートクルーズ制御では、目標車速 V_{tgt} が 85 km/h に設定され、上限速度 V_{Hi} が 90 km/h に設定されている。例えば 85 km/h で降坂路に到達して車速増加制御を開始した場合には、85 km/h から 90 km/h までの 5 km/h 増加分を運動エネルギーとして回収可能となる。

【0008】

従来技術によれば、車両が降坂路に到達すると、まず車速増加制御を開始し、クラッチを切断してモータのトルクを0に保つ(図3のポイントa)。車両は惰性走行しながら増速し、車速が90 km/hまで増加した時点で車速増加制御を終了し、続いて、モータの回生制御及び制動装置の作動を開始し(図3のポイントb)、この作動状態を降坂路の終了地点まで継続する(図3のポイントc)。

モータの回生制御では、要求トルクに対する不足分が制動装置により熱エネルギーとして無駄に消費されてしまうが、車速増加制御によれば、全ての位置エネルギーを運動エネルギーとして回収できるため効率面で有利である。また、この点は、車速増加制御の実行中に全ての要求トルクが運動エネルギーとして回収されるため、同時にモータの回生制御を実行できないことを意味する。そして、降坂路がどこまで続くか明らかでないため、先に効率面で優れる車速増加制御により5 km/h増加分(図3中にハッチングで示す)を運動エネルギーとして回収しておき、その後モータの回生制御を実行しているのである。

【0009】

しかしながら、以上の従来技術では、車速増加制御の実行期間だけモータの回生制御を実行できる期間、ひいては回生制御により回収できる電力エネルギーが減少してしまい、今ひとつ改良の余地があった。

本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、オートクルーズ制御により目標車速を維持しながら、降坂路での走行中にモータの回生制御と車速増加制御とを適切に実行して、車両の位置エネルギーを電力エネルギー及び運動エネルギーとして高い効率で回収することができる電気自動車の回生制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明は、モータの駆動力を駆動輪に伝達して走行し、オートクルーズ制御による走行中に目標車速を中心とした上限速度及び下限速度の間に車速を維持する一方、降坂路の走行中にはモータ回生制御手段によりモータを回生制御して回生電力をバッテリーに充電する電気自動車において、車両の走行中に車両に装備された制動装置を駆動制御して制動力を調整可能な制動力調整手段と、車両の前方に存在する降坂路の情報を取得する降坂路情報取得手段と、降坂路情報取得手段により取得された降坂路の情報に基づき、降坂路を車両がオートクルーズ制御により走行する際に車速を略一定の変化率で増加させ、且つ降坂路の終了地点で上限速度に到達させることが可能な車速の増加指

10

20

30

40

50

標を設定する車速増加指標設定手段と、車両が降坂路に到達して降坂路をオートクルーズ制御により走行するときに、降坂路の走行期間全体に亘ってモータ回生制御手段にモータを最大出力で回生制御させると共に、これと並行して、車速増加指標設定手段により設定された車速の増加指標に基づき制動力調整手段に制動装置を駆動制御させて車速を略一定の変化率で増加させるエネルギー回収制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】

降坂路の情報に基づき、予めオートクルーズ制御による降坂路の走行中に車速を略一定の変化率で増加させ、且つ終了地点で上限速度に到達可能な車速の増加指標（例えば目標速度や車速の変化率など）が設定される。そして、実際に車両が降坂路を走行するときにはモータの回生制御と共に車速の増加指標に基づき制動装置が駆動制御される。これにより車速は降坂路の走行中に略一定の変化率で増加して上限速度に到達し、車速の増加分が運動エネルギーとして回収される。このときの運動エネルギーは降坂路の走行期間全体に亘って分散して回収されるため、これと並行してモータの回生制御を実行可能となる。このため、降坂路の走行期間全体に亘ってモータの回生制御を実行でき、もって車両の位置エネルギーを電力エネルギー及び運動エネルギーとして高い効率で回収することができる。

10

【0012】

その他の態様として、降坂路の走行中に車速を維持するために必要な要求制動エネルギーが、降坂路の走行中に上記モータの回生制御により回収可能な電力エネルギーと、車速を上限速度まで増加させることにより回収可能な運動エネルギーとの和以上であるか否かを判定するエネルギー判定手段を備え、エネルギー回収制御手段が、エネルギー判定手段により要求制動エネルギーが電力エネルギーと運動エネルギーとの和以上であると判定されたときに、降坂路の走行期間全体に亘ってモータの最大出力による回生制御と車速の増加指標に基づく制動装置の駆動制御とを並行して実行する一方、要求制動エネルギーが電力エネルギーと運動エネルギーとの和未満であると判定されたときには、降坂路での走行開始と共にモータのトルクを0に保って車速を急増させ、車速が上限速度まで増加した時点でモータの最大出力による回生制御と制動装置の作動とを開始するように構成することが好ましい。

20

【0013】

要求制動エネルギーが電力エネルギーと運動エネルギーとの和未満のときには、降坂路の走行中に車速を略一定の変化率で増加させながら並行してモータの回生制御を実行するメリットがない。この場合には、降坂路の走行開始当初に車速を急増させ、その後にモータの回生制御と制動装置の作動とが開始される。降坂路の走行中に車速を徐々に増加させる場合に比較して、同一距離を走行した場合の所要時間を短縮できるメリットが得られる。

30

【0014】

また別の態様として、エネルギー回収制御手段が、エネルギー判定手段により要求制動エネルギーが電力エネルギーと運動エネルギーとの和未満であると判定されたときに、モータの回生トルクを制限するように構成することが好ましい。

この場合には、要求制動エネルギーの不足により電力エネルギー及び運動エネルギーを全て回収できないため、モータの回生トルクと車速の増加との何れかを制限する必要がある。電力エネルギーはバッテリーの充放電時の損失により減少してしまうが、運動エネルギーはそのまま後の車両走行に利用できる。よって、モータの回生トルクを制限することにより、降坂路で得られる車両の位置エネルギーを最大限に利用することができる。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、オートクルーズ制御により目標車速を維持しながら、降坂路での走行中にモータの回生制御と車速増加制御とを適切に実行して、車両の位置エネルギーを電力エネルギー及び運動エネルギーとして高い効率で回収することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施形態の回生制御装置が搭載されたハイブリッド型トラックを示す全体構成図である。

50

【図2】車両ECUが実行する降坂路エネルギー回収制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】オートクルーズ制御により降坂路を走行した場合のモータの回生制御と車速増加制御との実行状況を示すタイムチャートである。

【図4】車両ECUが実行する第2エネルギー回収制御ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明をハイブリッド型トラックの回生制御装置に具体化した一実施形態を説明する。

10

図1は本実施形態の回生制御装置が搭載されたハイブリッド型トラックを示す全体構成図である。

ハイブリッド型トラック1はいわゆる平行型ハイブリッド車両として構成されており、以下の説明では、車両と称する場合もある。車両1には走行用動力源としてディーゼルエンジン（以下、エンジンという）2、及び例えば永久磁石式同期電動機のように発電機としても作動可能なモータ3が搭載されている。エンジン2の出力軸にはクラッチ4が連結され、クラッチ4にはモータ3の回転軸を介して自動変速機5の入力側が連結されている。自動変速機5の出力側にはプロペラシャフト6を介して差動装置7が連結され、差動装置7には駆動軸8を介して左右の駆動輪9が連結されている。

【0018】

20

自動変速機5は一般的な手動変速機をベースとしてクラッチ4の断接操作及び変速段の切換操作を自動化したものであり、本実施形態では、前進12速後退1速の変速段を有している。当然ながら、変速機5の構成はこれに限るものではなく任意に変更可能であり、例えば手動式変速機として具体化してもよいし、2系統の動力伝達系を備えたいわゆるデュアルクラッチ式自動変速機として具体化してもよい。

【0019】

モータ3にはインバータ10を介してバッテリー11が接続されている。バッテリー11に蓄えられた直流電力はインバータ10により交流電力に変換されてモータ3に供給され（力行制御）、モータ3が発生した駆動力は自動変速機5で変速された後に駆動輪9に伝達されて車両1を走行させる。また、例えば車両1の減速時や降坂路での走行時（回生走行時）には、駆動輪9側からの逆駆動によりモータ3が発電機として作動する（回生制御）。モータ3が発生した負側の駆動力は制動力として駆動輪9側に伝達されると共に、モータ3が発電した交流電力がインバータ10で直流電力に変換されてバッテリー11に充電される。

30

【0020】

このようなモータ3が発生する駆動力は上記クラッチ4の断接状態に関わらず駆動輪9側に伝達され、これに対してエンジン2が発生する駆動力はクラッチ4の接続時に限って駆動輪9側に伝達される。従って、クラッチ4の切断時には、上記のようにモータ3が発生する正側または負側の駆動力が駆動輪9側に伝達されて車両1が走行する。また、クラッチ4の接続時には、エンジン2及びモータ3の駆動力が駆動輪9側に伝達されたり、或いはエンジン2の駆動力のみが駆動輪側に伝達されたりして車両1が走行する。

40

【0021】

車両ECU13は車両全体を統合制御するための制御回路である。そのために車両ECU13には、アクセルペダル14の操作量accを検出するアクセルセンサ15、ブレーキペダル16の踏込操作を検出するブレーキスイッチ17、車両1の速度Vを検出する車速センサ18、エンジン2の回転速度Neを検出するエンジン回転速度センサ19、及びモータ3の回転速度Ntを検出するモータ回転速度センサ20などの各種センサ・スイッチ類が接続されている。

また、車両ECU13には、図示はしないがクラッチ4を断接操作するアクチュエータ、及び自動変速機5を変速操作するアクチュエータなどが接続されると共に、エンジン制

50

御用のエンジン ECU 22、インバータ制御用のインバータ ECU 23、及びバッテリー 11 を管理するバッテリー ECU 24 が接続されている。

【0022】

車両 ECU 13 は、運転者によるアクセル操作量 acc などに基づき車両 1 を走行させるために必要な要求トルクを算出し、その要求トルクやバッテリー 11 の SOC (State Of Charge) などに基づき車両 1 の走行モードを選択する。本実施形態では走行モードとして、エンジン 2 の駆動力のみを用いる E/G モード、モータ 3 の駆動力のみを用いる EV モード、及びエンジン 2 及びモータ 3 の駆動力を共に用いる HEV モードが設定されており、その何れかの走行モードを車両 ECU 13 が選択するようになっている。

【0023】

車両 ECU 13 は選択した走行モードに基づき、要求トルクをエンジン 2 やモータ 3 が出力すべきトルク指令値に換算する。例えば HEV モードでは要求トルクをエンジン 2 側及びモータ 3 側に配分した上で、その時点の変速段に基づきエンジン 2 及びモータ 3 のトルク指令値を算出する。また、E/G モードでは要求トルクを変速段に基づきエンジン 2 へのトルク指令値に換算し、EV モードでは要求トルクを変速段に基づきモータ 3 へのトルク指令値に換算する。

【0024】

そして、車両 ECU 13 は選択した走行モードを実行すべく、EV モードでは上記クラッチ 4 を切断し、E/G モード及び HEV モードではクラッチ 4 を接続した上で、エンジン ECU 22 及びインバータ ECU 23 にトルク指令値を適宜出力する。また、車両 1 の走行中において車両 ECU 13 は、アクセル操作量 acc や車速 V などに基づき図示しないシフトマップから目標変速段を算出し、この目標変速段を達成すべく、アクチュエータによりクラッチ 4 の断接操作及び変速段の切換操作を実行する。

【0025】

一方、エンジン ECU 22 は、車両 ECU 13 から入力された走行モード及びトルク指令値を達成するように噴射量制御や噴射時期制御を実行する。例えば E/G モードや HEV モードでは、正側のトルク指令値に対してエンジン 2 に駆動力を発生させ、負側のトルク指令値に対してエンジンプレーキを発生させる。また、EV モードの場合には、燃料噴射の中止によりエンジン 2 を停止保持する、またはアイドル運転状態とする。

【0026】

また、インバータ ECU 23 は、車両 ECU 13 から入力された走行モード及びトルク指令値を達成するように、インバータ 10 を駆動制御する。例えば EV モードや HEV モードでは、正側のトルク指令値に対してモータ 3 を力行制御して正側の駆動力を発生させ、負側のトルク指令値に対してはモータ 3 を回生制御して負側の駆動力を発生させる。また、E/G モードの場合には、モータ 3 の駆動力を 0 に制御する。

また、バッテリー ECU 24 は、バッテリー 11 の温度、バッテリー 11 の電圧、インバータ 10 とバッテリー 11 との間に流れる電流などを検出すると共に、これらの検出結果からバッテリー 11 の SOC を算出し、この SOC を検出結果と共に車両 ECU 13 に出力する。

【0027】

一方、車両 ECU 13 には、車両 1 に装備された各種制動装置 33 (例えばリターダ、エンジンの圧縮開放ブレーキ、排気ブレーキなど) が接続されている。車両 ECU 13 は、これらの制動装置 33 を任意に駆動制御して走行中の車両 1 に制動力を作用させる (制動力調整手段)。

また、車両 ECU 13 はオートクルーズ制御を実行する。運転者により図示しないオートクルーズ制御の実行スイッチが操作されて目標車速 V_{tgt} が設定されると、車両 ECU 13 は目標車速 V_{tgt} の上下に上限速度 V_{Hi} 及び下限速度 V_{Lo} を設定し、車両 1 の走行中にはエンジン 2 やモータ 3 の駆動力を適切に制御して車速 V を上限速度 V_{Hi} と下限速度 V_{Lo} との間に保つ。

【0028】

そして、車両 ECU 13 は、オートクルーズ制御による降坂路の走行中には車速 V を維

10

20

30

40

50

持するために負側の要求トルクを設定し、その要求トルクを達成しながら車両1の位置エネルギーを電力エネルギー及び運動エネルギーとして回収すべく、モータ3の回生制御及び車速増加制御を実行する。しかしながら、[発明が解決しようとする課題]で述べたように、図3中に示した従来技術では、降坂路での走行開始の当初に車速増加制御を実行し、その後モータ3の回生制御を開始するため、モータ3の回生制御の実行期間、ひいては回収できる電力エネルギーが減少してしまうという問題がある。

【0029】

本発明者は、この問題点について考察した結果、車速増加制御の制御内容を変更することにより不具合を解消できることを見出した。即ち、従来技術では、降坂路の走行開始当初に車速増加制御により車速 V を上限速度 V_{Hi} まで一気に急増させた(以下、第1エネルギー回収制御という)。結果として車速増加制御の実行中には全ての位置エネルギー(=要求トルク)が運動エネルギーとして回収されるため、これと並行してモータ3の回生制御を実行する余地がなかった。

10

【0030】

そこで、降坂路の走行期間全体に亘って車速 V を徐々に増加させれば、車速 V の増加として回収される位置エネルギーを一部のみ制限できる。結果として、残存分をモータ3の回生制御による電力エネルギーの回収に利用できるため、降坂路の走行期間全体に亘って車速増加制御と共にモータ3の回生制御を並行して実行可能となる。このような知見の下に本実施形態では、オートクルーズ制御による降坂路の走行中に、車速 V を略一定の変化率で上限速度 V_{Hi} まで増加させるように車速増加制御を実行し、これと並行してモータ3の回生制御を実行しており(以下、第2エネルギー回収制御という)、その詳細を以下に説明する。

20

【0031】

第2エネルギー回収制御で実行される車速増加制御は、降坂路の走行中に車速 V を略一定の変化率で増加させて降坂路の終了地点で上限速度 V_{Hi} に到達させるものである。そのためには、車両1が降坂路に到達した時点(降坂路の開始地点)の車速 V 、及び降坂路の長さ L などが判明している必要がある。降坂路の開始地点の車速 V が判らなければ、上限速度 V_{Hi} との差分(車速 V を増加させるべき増加分)を特定できず、降坂路の長さ L が判らなければ、車速 V の増加分に基づき車速 V の変化率も特定できないためである。

そこで、実際に自車が降坂路を走行する以前に、自車の道路上の前方に存在する降坂路の情報を取得しており、そのために図1に示すように、車両ECU13にはナビゲーション装置31(降坂路情報取得手段)及び通信装置32(降坂路情報取得手段)が接続されている。

30

【0032】

ナビゲーション装置31は自己の記憶領域に記憶されている地図データ、及びアンテナを介して受信されるGPS情報やVICS(登録商標)情報などに基づき、車両1の走行中に地図上の自車位置を特定する。通信装置32は、路側に適宜設置されているデータセンタの路側通信システムとの間で路車間通信を行うと共に、周囲を走行中の他車との間で車々間通信を行う。

通信対象となる情報は多岐にわたり、例えば自車が保有しない地図情報、或いは道路情報(道路のカーブや勾配など)や交通情報(渋滞情報、事故情報、工事情報など)、或いは地域情報(観光スポットの案内など)を路側通信システムや他車から取得したり、逆にこれらの情報を他車に供給したりする。

40

【0033】

図2は車両ECU13が実行する降坂路エネルギー回収制御ルーチンを示すフローチャートであり、車両ECU13はオートクルーズ制御による車両1の走行中に当該ルーチンを所定の制御インターバルで実行する。

まず、ステップS2でナビゲーション装置31及び通信装置32を利用して自車の前方に存在する降坂路の情報を取得する(降坂路情報取得手段)。以下に述べるように、取得した降坂路の情報は他の情報(例えば車両重量、車両1の転がり抵抗、車両1の空気抵抗

50

、モータ3の最大出力、バッテリー11の容量、バッテリー11の現在のSOCなど)と共に、ステップS4以降の算出処理に利用される。

【0034】

ステップS4で降坂路の走行中に得られる車両1の位置エネルギーEposを算出し、続くステップS6で降坂路を走行中に車両1が受ける走行抵抗エネルギーEresを算出する。例えば位置エネルギーEposは、降坂路の開始地点と終了地点との標高差から算出され、走行抵抗エネルギーEresは、転がり抵抗と空気抵抗との和から算出される。

その後、ステップS8で次式(1)に従って要求制動エネルギーEbrkを算出する、要求制動エネルギーEbrkは、降坂路の走行中に車速Vを維持するために必要な制動エネルギー、換言すれば、車両1が降坂路の走行中に回収可能な最大のエネルギーを意味する。

$$E_{brk} = E_{pos} - E_{res} \dots\dots(1)$$

【0035】

さらに、ステップS10で回収電力エネルギーEmotを算出し、続くステップS12で回収運動エネルギーEkineを算出する。回収電力エネルギーEmotは、降坂路の走行中にモータ3の回生制御により回収可能な最大の電力エネルギーであり、例えば降坂路の長さL、モータ3の最大出力、バッテリー11の容量、バッテリー11のSOCなどに基づき算出される。また、回収運動エネルギーEkineは、車両1が降坂路に到達した時点の車速Vを上限速度VHiまで増加させることにより回収可能な最大の運動エネルギーであり、このときの車速Vの増加分(VHi - V)や車両重量などに基づき算出される。

【0036】

続くステップS14では車両1が降坂路に到達したか否かを判定し、判定のNo(否定)のときには一旦ルーチンを終了する。ステップS14の判定がYes(肯定)になると、ステップS16に移行して次式(2)が成立するか否かを判定する(エネルギー判定手段)。

$$E_{brk} \leq E_{mot} + E_{kine} \dots\dots(2)$$

【0037】

上記したように第2エネルギー回収制御は、降坂路の走行期間全体に亘って車速増加制御により車速Vを略一定の変化率で増加させることにより、これと並行してモータ3の回生制御を実行可能とするものである。その趣旨は、車速増加制御により最大の運動エネルギー(回収運動エネルギーEkine)を回収するのみならず、降坂路の走行期間全体に亘ってモータ3の回生制御を実行することにより、回生制御についても最大の電力エネルギー(回収電力エネルギーEmot)を回収する点にある。

しかしながら、降坂路の走行中に回収可能な最大エネルギー(要求制動エネルギーEbrk)が回収運動エネルギーEkineと回収電力エネルギーEmotとの和に満たない場合には、第2エネルギー回収制御を実行したとしても要求制動エネルギーEbrkを回収できず、当該制御を実行するメリットがない。

【0038】

ステップS16ではその見極めを行っており、判定がNoのときには第2エネルギー回収制御を実行するメリット無しと見なし、ステップS18で第1エネルギー回収制御を実行した後にルーチンを終了する。また、ステップS16の判定がYesのときには第2エネルギー回収制御を実行するメリット有りで見なし、ステップS20で第2エネルギー回収制御を実行した後にルーチンを終了する。

【0039】

ステップS18で実行される第1エネルギー回収制御の内容は従来技術と同様であるため、降坂路の走行時の制御状況を示す図3のタイムチャートに基づき概略のみを述べる。

車両1が降坂路に到達すると、まず車速増加制御を開始し、クラッチ4を切断してモータ3のトルクを0に保つ(図3のポイントa)。なお、このときクラッチ切断に代えて変速機5をニュートラルに切り換えてもよい。車両1は路面勾配により惰性走行しながら増速し、車速Vが上限速度VHiとして設定されている90km/hまで増加した時点で車速増加制御を終了し、モータ3を最大出力で回生制御し始める(図3のポイントb)。これと共に制動装置33の作動を開始して要求トルクに対する不足分を補い、この作動状態を降坂

10

20

30

40

50

路の終了地点まで継続する（図3のポイントc）。

【0040】

このように第2エネルギー回収制御を実行するメリットが無い場合には、これに代えて第1エネルギー回収制御が実行され、降坂路の走行開始当初に車速 V が急増する。このため、降坂路の走行中に車速 V を徐々に増加させる第2エネルギー回収制御の場合に比較して、同一距離の走行に要する所要時間を短縮できるメリットが得られる。

また、この場合には要求制動エネルギー E_{brk} の不足により回収運動エネルギー E_{kine} 及び回収電力エネルギー E_{mot} を全て回収できない。このため、車速増加制御による車速 V の増加とモータ3の回生トルクとの何れかを制限する必要がある。モータ3により発電された電力エネルギーはバッテリー11の充放電時の損失により減少してしまうが、車速増加による運動エネルギーはそのまま後の車両走行に利用できる。よって、この場合にはモータ3の回生トルクを制限することにより要求トルクを達成することが望ましく、これにより降坂路で得られる車両1の位置エネルギーを最大限に利用することができる（エネルギー回収制御手段）。

10

【0041】

一方、車両ECU13はステップS16からステップS20に移行すると、図4に示す第2エネルギー回収制御ルーチンを開始する。

まず、ステップS22で、車両1が降坂路に到達した今現在の車速 V 、上限速度 V_{Hi} 、及び降坂路の長さ L に基づき、降坂路の開始地点から終了地点まで略一定の変化率で車速 V を増加させ、且つ終了地点で上限速度 V_{Hi} に到達させることが可能な目標車速 V_{tgt} （車速増加指標）を算出する（車速増加指標設定手段）。即ち、このときの車速 V は、図3に示すように降坂路の開始地点の車速 V と降坂路の終了地点の上限速度 V_{Hi} とを結ぶライン L 上を、車両1の走行に伴って変位する。そこで、降坂路の開始地点から終了地点までの各地点毎に、目標車速 V_{tgt} をライン上に位置するようにそれぞれ設定しておく。

20

【0042】

その後、ステップS24でクラッチ4を切断し、ステップS26でモータ3を最大出力で回生制御し始める。続くステップS28では、制動装置33の作動を開始して要求トルクに対する不足分を補いながら、同時に各地点毎に設定されている目標車速 V_{tgt} を達成するように制動装置33の制動力を制御する（エネルギー回収制御手段）。更にステップS30で降坂路に到達したか否かを判定し、判定がNoの間はステップS24～28の処理を繰り返し、判定がYesになるとルーチンを終了する。

30

【0043】

要求トルクに対する不足分を的確に補いながら降坂路の走行中に目標車速 V_{tgt} を常に達成するために、ステップS28では連続的に制御可能な制動装置33、例えば流体式のリターダやサーブスブレーキなどをF/B制御しながら用いる。また、これらの制動装置33だけでは制動力が不足する場合には、連続的には制御できない制動装置33、例えばエンジンの圧縮開放ブレーキや排気ブレーキなどで不足分を補う。

【0044】

以上の第2エネルギー回収制御により、図3に示すように車両1が降坂路に到達すると（図3のポイントd）、その時点から車速 V が略一定の変化率で増加する。この車速 V の増加は降坂路の終了地点まで継続されるため（図3のポイントe）、図中にハッチングで示すように、降坂路の走行期間全体（降坂路の開始地点から終了地点まで）に亘って運動エネルギーが分散して回収される。このときの車速 V の増加分は従来技術（第1エネルギー回収制御）と同一であるため、降坂路の終了地点では従来技術の場合と相違ない運動エネルギーを回収できる。

40

【0045】

そして、このように降坂路の走行中に車速 V を徐々に増加させることから、車速増加のために発生する負側のトルクは従来技術に比較してごく小さなものとなる（図中の例では15kW相当分）。よって、車速増加のためのトルクに対してモータ3の最大出力時の回生トルク（図中の例では100kW相当分）を加えても要求トルク（図中の例では200kW相

50

当分)を上回らないため、車速増加制御と並行してモータ3の回生制御を実行可能となる。このため、降坂路の走行期間全体に亘ってモータ3の回生制御を実行でき、もって車両1の位置エネルギーを電力エネルギー及び運動エネルギーとして高い効率で回収することができる。

【0046】

ところで、第2エネルギー回収制御と従来技術とでは、車速増加制御による車速Vの増加分は同一であるが、降坂路を走行中に車両1が受ける全体としての空気抵抗は、従来技術よりも第2エネルギー回収制御の方が少ない。降坂路の走行開始当初に車速Vを急増させる従来技術に対し、第2エネルギー回収制御では車速Vを徐々に増加させるためである。

例えば、要求トルクが小さくてモータ3の最大出力時の回生トルクを僅かに上回っているだけの状況では、車速増加制御により車速増加のためのトルクが発生すると要求トルクを上回ってしまうため、回生トルクを制限する必要性が生じる。車速増加のためのトルクは空気抵抗の影響を受け、空気抵抗が大であるほど車速増加のために要するトルクが増加し、必然的に回生トルクをより大きく制限する必要性が生じる。よって、降坂路の走行中の空気抵抗が少ない第2エネルギー回収制御の方が、このような状況においてもモータ3の回生制御でより多くの電力エネルギーを回収できるという利点もある。

【0047】

以上で実施形態の説明を終えるが、本発明の態様はこの実施形態に限定されるものではない。例えば上記実施形態では、ハイブリッド型トラック1に具体化した但、これに代えてハイブリッド型のバスや乗用車に具体化してもよい。

また上記実施形態では、第2エネルギー回収制御の実行時に目標車速Vtgtに基づき制動装置33を駆動制御したが、本発明の車速増加指標は目標車速に限定されるものではない。例えば目標車速Vtgtに代えて、図2のステップS22では、降坂路の開始地点の車速Vを終了地点までに上限速度VHiに到達させることが可能な車速Vの変化率を車速増加指標として設定し、その変化率に基づきステップS28で制動装置33を駆動制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

【0048】

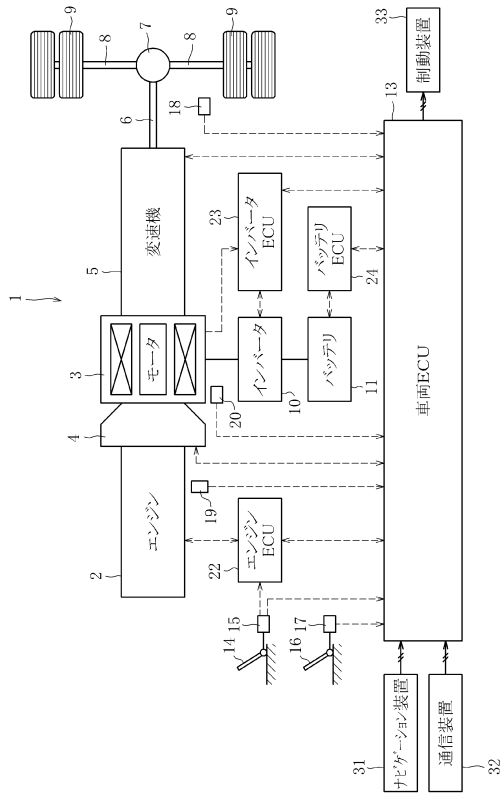
- 3 モータ
- 9 駆動輪
- 11 バッテリー
- 13 車両ECU(モータ回生制御手段、制動力調整手段、降坂路情報取得手段、
車速増加指標設定手段、エネルギー回収制御手段、エネルギー判定手段)
- 23 インバータECU(エネルギー回収制御手段)
- 33 制動装置
- 31 ナビゲーション装置(降坂路情報取得手段)
- 32 通信装置(降坂路情報取得手段)

10

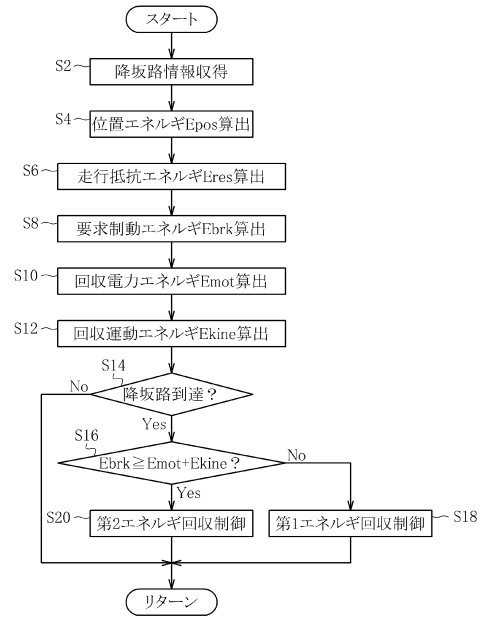
20

30

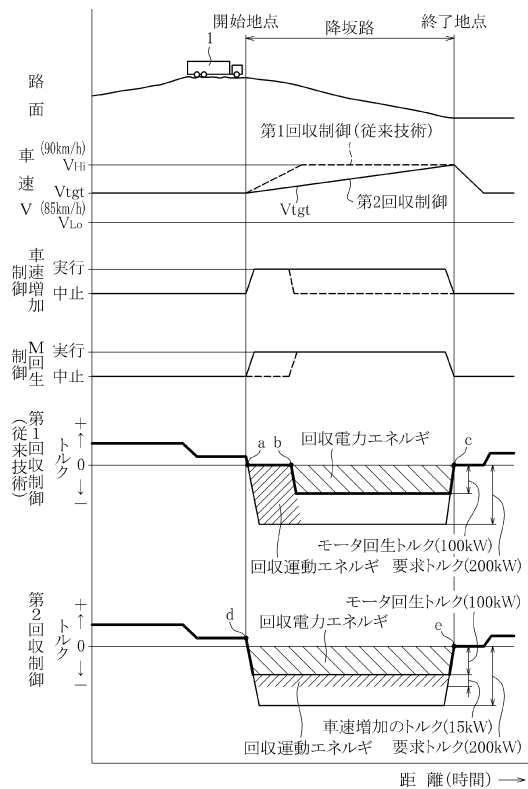
【図1】



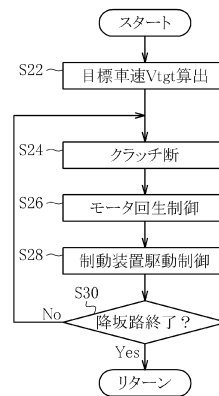
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 6 0 W	10/18	(2012.01)	B 6 0 K 6/54
B 6 0 K	6/54	(2007.10)	B 6 0 W 30/14
B 6 0 W	30/14	(2006.01)	B 6 0 W 10/08
			B 6 0 W 10/18

- (72)発明者 近藤 暢宏
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 三菱ふそうトラック・バス株式会社内
- (72)発明者 大崎 伸也
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 三菱ふそうトラック・バス株式会社内
- (72)発明者 山田 純一
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号 三菱ふそうトラック・バス株式会社内

審査官 武市 匡紘

- (56)参考文献 特開2011-239605(JP,A)
 特開2012-131273(JP,A)
 特開2009-106130(JP,A)
 特開2009-298232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
 B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 1 0 / 3 0
 B 6 0 W 3 0 / 0 0 - 5 0 / 1 6