

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6058564号
(P6058564)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl.

F 1

B 6 0 T 8/17 (2006.01)

B 6 0 T 8/17 C

B 6 0 L 7/24 (2006.01)

B 6 0 L 7/24 Z

B 6 0 L 11/18 (2006.01)

B 6 0 L 11/18 A

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-3831 (P2014-3831)
 (22) 出願日 平成26年1月13日(2014.1.13)
 (65) 公開番号 特開2015-131559 (P2015-131559A)
 (43) 公開日 平成27年7月23日(2015.7.23)
 審査請求日 平成28年2月26日(2016.2.26)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 110001379
 特許業務法人 大島特許事務所
 (72) 発明者 小林 真也
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

審査官 中尾 麗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動車両の制動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

運転者のブレーキ操作に関わらずに車輪に摩擦制動力を発生させる摩擦制動手段と、
 バッテリからの電力供給によって駆動されて車輪に駆動力を発生させるとともに、車輪
 の回転エネルギーを前記バッテリーに回収する回生電力に変換することで車輪に回生制動力
 を発生させるモータ・ジェネレータと、

前記摩擦制動手段の前記摩擦制動力ならびに前記モータ・ジェネレータの前記駆動力お
 よび前記回生制動力を制御する制駆動力制御手段と、

前記バッテリーの蓄電量を検出する蓄電量検出手段と
 を備えた電動車両の制動制御装置であって、

前記制駆動力制御手段は、

前記バッテリーの蓄電量が所定の第1満充電量以上である場合、前記回生制動力を禁止し
 て前記摩擦制動力により制動力を発生させる原則制御と、前記回生制動力を許可して前記
 回生制動力により制動力を発生させる例外制御とのいずれか一方の制御により前記制動力
 を発生させ、

前記バッテリーの蓄電量が所定の第1満充電量以上である場合、シフトポジションの進行
 方向と前記電動車両の進行方向とが一致する通常状態から両者が異なるスイッチバック状
 態となったときに、前記原則制御から前記例外制御に切り替え、さらに当該例外制御を行
 っている状態において前記バッテリーの蓄電量が前記第1満充電量よりも大きな第2満電
 量以上となったときに、前記回生制動力を低減させるとともに前記摩擦制動力を増大させ

ることを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 2】

前記制駆動力制御手段は、前記例外制御により前記制動力を発生させている状態において前記バッテリーの蓄電量が前記第 1 満充電量よりも大きな第 2 満充電量以上となった場合、前記回生制動力を徐々に低減させることを特徴とする、請求項 1 に記載の電動車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転者の操作から独立して制動力を制御可能なブレーキ・パイ・ワイヤ形式の摩擦制動手段と回生制動力を発生させるモータ・ジェネレータとを備えた電動車両の制動制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

運転者の制動操作に依存せずに電子制御により、摩擦制動手段による通常制動とモータ・ジェネレータによる回生制動とを可能とし、且つ A B S (Antilock Brake System) または V S A (Vehicle Stability Assist) 制御が可能なブレーキ装置が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。このブレーキ装置は、ペダル反力発生装置であるペダルシミュレータを併用したモータ駆動タンデムシリンダに A B S 油圧ユニットまたは V S A 油圧ユニットを組み合わせた構成とされている。

20

【0003】

このブレーキ装置の制御部は、運転者による制動操作量 (ブレーキペダル踏み込み量) に応じたブレーキ液圧の規範値を目標ブレーキ液圧に設定し、モータ駆動シリンダを駆動することにより、運転者が要求する液圧をホイールシリンダに発生させる。また、車両が電気自動車またはハイブリッド車である場合には、モータ・ジェネレータに回生制動力を発生させることがあり、回生制動を行う場合には、運転者が要求する制動力に対する摩擦制動力と回生制動力との配分制御が行われる。

【0004】

燃費向上の観点からは、回生制動は頻繁にかつ大きな配分で行われることが望ましい。ところが、充電直後や長い下り坂を走行するときに回生制動を継続すると、バッテリーが満充電となり、過充電によってバッテリーを劣化させることになりかねない。そこで、バッテリーが満充電になったときには回生制動に制限を加えることでバッテリーの過充電を防止している。一方、満充電のときに一律に回生制動が制限されると、例えば R ポジション (後退) で車両が後退しているときに運転者が変速機の操作レバーを操作して D ポジションなどの前進ポジションに切り替えた場合に、制動力が発生しないために減速加速度が抜けたような運転フィールとなってしまう。

30

【0005】

そこで本出願人は、坂路の走行中にバッテリーが満充電状態である場合は、回生制動を禁止して摩擦制動により制動力を発生させる原則制御と、回生制動の禁止を解除して回生制動により制動力を発生させる例外制御とのいずれかにより制動力を制御し、運転者の操作を原因として、車両の移動方向が後退方向で且つシフトポジションが前進ポジションのスイッチバック状態となった場合には、制動力の制御を原則制御から例外制御に切り替えて回生制動を行うようにした発明を提案している (特許文献 1 参照)。

40

【0006】

また、特許文献 1 は、スイッチバック状態となった場合であってもバッテリーが過充電になるようにすることの他、バッテリーの電気化学的満充電状態の蓄電量よりも小さい蓄電量で満充電状態とみなし、このみなし満充電から電気化学的満充電までの充電マージンを通常時 (原則制御が行われるとき) にはバッテリーに残しておき、スイッチバック状態となつて例外制御が行われるときにはこの充電マージンを使用する (充電マージン部分に充電する) ことで過充電を防止することなども開示している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第2013/084682号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しなしながら、充電マージンを設けておいた場合でも、登坂路で車両が低速でずり下がるような状態で回生制動が行われると、わずかな大きさではあるが回生電力が発生し、この状態が長時間継続するとバッテリーが過充電になる虞がある。

10

【0009】

本発明は、このような背景に鑑みなされたもので、車両の実際の進行方向とシフトポジションの進行方向とが異なるスイッチバック状態のときだけ充電マージン部分に充電を行うようにしていた場合に、バッテリーが過充電状態になることを確実に防止できる電動車両の制動制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このような課題は、本発明の一側面によれば、運転者のブレーキ操作に関わらずに車輪(4)に摩擦制動力(T_b)を発生させる摩擦制動手段(5、21)と、バッテリー(7)からの電力供給によって駆動されて車輪(4)に駆動力(T_d)を発生させるとともに、車輪(4)の回転エネルギーを前記バッテリー(7)に回収する回生電力に変換することで車輪(4)に回生制動力(T_r)を発生させるモータ・ジェネレータ(2)と、前記摩擦制動手段(5、21)の前記摩擦制動力(T_b)ならびに前記モータ・ジェネレータ(2)の前記駆動力(T_d)および前記回生制動力(T_r)を制御する制駆動力制御手段(8、20)と、前記バッテリー(7)の蓄電量(SOC)を検出する蓄電量検出手段(25)とを備えた電動車両(1)の制動制御装置であって、前記制駆動力制御手段(8、20)は、前記バッテリー(7)の蓄電量(SOC)が所定の第1満充電量以上である場合(ステップST3: Yes)、前記回生制動力(T_r)を禁止して前記摩擦制動力(T_b)により制動力を発生させる原則制御(ステップST5)と、前記回生制動力(T_r)を許可して前記回生制動力(T_r)により制動力を発生させる例外制御(ステップST7)とのいずれか一方の制御により前記制動力を発生させ、前記バッテリー(7)の蓄電量(SOC)が所定の第1満充電量以上である場合(ステップST3: Yes)、シフトポジション(SP)の進行方向と前記電動車両の進行方向とが一致する通常状態から両者が異なるスイッチバック状態となったときに、前記原則制御から前記例外制御に切り替え、さらに当該例外制御を行っている状態において前記バッテリー(7)の蓄電量(SOC)が前記第1満充電量よりも大きな第2満充電量以上となったときに(ステップST11: Yes)、前記回生制動力(T_r)を低減させるとともに前記摩擦制動力(T_b)を増大させる(ステップST13)ことを特徴とする電動車両の制御装置を提供することにより達成される。

20

30

【0011】

この電動車両の制御装置によれば、スイッチバック状態のときにはバッテリーの蓄電量が所定の第1満充電量以上である場合であっても、例外制御を行って充電マージン部分に充電を行うことで回生制動力を発生させ、第1満充電量よりも大きな第2満充電量以上となったときには、回生制動力を低減させることでバッテリーが過充電状態になることを確実に防止できる。

40

【0012】

また、本発明の一側面によれば、前記制駆動力制御手段は、前記例外制御により前記制動力を発生させている状態において前記バッテリー(7)の蓄電量(SOC)が前記第1満充電量よりも大きな第2満充電量以上となった場合、前記回生制動力(T_r)を徐々に低減させる構成とすることができる。

【0013】

50

回生制動力の低減と摩擦制動力の増大とを同時に同じ量だけ変化させることは難しく、両者変化時期または変化量に差が生じると、制動力が変化してしまう。そこで、このような構成とすることにより、回生制動力のみにより制動力を発生させている状態から摩擦制動力によっても制動力を発生させる状態に移行する際に、制動力の急激な変化を防止してトルクショック（前後加速度の急激な変化）が生じることを抑制できる。

【発明の効果】

【0014】

このように本発明によれば、電動車両の実際の進行方向とシフトポジションの進行方向とが異なるスイッチバック状態のときだけ充電マージン部分に充電を行うようにしていた場合に、バッテリーが過充電状態になることを確実に防止できる電動車両の制動制御装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明が適用された電動車両の制御装置のブロック図

【図2】充電直後にスイッチバック状態を経て前進したときの動作を示すタイムチャート

【図3】蓄電率と第1回生電力制限値との関係を示すグラフ

【図4】蓄電率と第2回生電力制限値との関係を示すグラフ

【図5】登坂路を前進走行していた自動車が進退して降坂したときの動作を示すタイムチャート

【図6】登坂路を後退していた自動車が進退して登坂したときの動作を示すタイムチャート

20

【図7】図1に示すブレーキ装置による回生トルクの配分制御のフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0017】

本明細書では、加速、減速、加速力、減速力、加速度、減速度などは、操作レバーにより選択されたシフトポジションSPの進行方向（以下、単に「操作レバーの進行方向」という。）を基準とするものとする。例えば、操作レバーがD（ドライブ）ポジション（操作レバーの進行方向は前方）にある状態で電動車両（以下、単に自動車1と記す。）が後退中（実際の進行方向は後方）に、マイナスの車速Vsが0に近づくときは、自動車1は（前方へ）加速していると表現する。

30

【0018】

また、駆動や駆動力は、原則的には自動車1を動かそうとする動作や動かそうとする力であり、制動や制動力は、原則的には自動車1を停止させようとする動作や停止させようとする力であるが、例外的に操作レバーの進行方向を基準としてこれらを用いることがある。例えば、操作レバーがD（ドライブ）ポジションにあるときには、原則に従い、モータ・ジェネレータ2による前方への加速や加速力を駆動や駆動力と言い、モータ・ジェネレータ2やブレーキ装置による後方への加速（本明細書に表示法に従えば減速）や加速力（同じく減速力）を制動や制動力と言う。一方、例えば操作レバーがD（ドライブ）ポジションにあるにも拘わらず自動車1が後退しているときなど、操作レバーの進行方向と自動車1の実際の進行方向とが相反するスイッチバック状態においては、操作レバーの進行方向と逆方向に回転しているモータ・ジェネレータ2の回生トルクTrによる制動や制動力（請求項1の回生制動力に対応する。）、および摩擦ブレーキ5による制動や制動力（請求項1の摩擦制動力に対応する。）を駆動や駆動力と言うことがある。

40

【0019】

図1は、この実施形態に係る自動車1の概略ブロック図である。自動車1は、動力を発生するモータ・ジェネレータ2を備え、モータ・ジェネレータ2の回転軸は、トランスミッション3等を介して車輪4に接続される。車輪4には、摩擦制動力を発生させるための摩擦ブレーキ5が付設されている。

50

【 0 0 2 0 】

モータ・ジェネレータ 2 には、3 相の結線を介してインバータ 6（電力変換装置）が接続され、インバータ 6 には、バッテリー 7 が接続されるとともに、インバータ 6 を駆動制御してモータ・ジェネレータ 2 を制御するモータ ECU（Electronic Control Unit）8 が接続される。

【 0 0 2 1 】

バッテリー 7 は、エネルギーストレージであり、リチウムイオン二次電池、ニッケル水素二次電池またはキャパシタ等を利用することができる。この実施形態では、リチウムイオン二次電池を利用している。

【 0 0 2 2 】

バッテリー 7 には、充放電電流を制御する充放電回路 22 が内蔵されている。この充放電回路 22 の充放電電流を制御するとともに、バッテリー 7 の蓄電状態である蓄電率 SOC（State Of Charge）を検出する SOC 検出部 25 と充電電流（回生電力）を制限する回生制限部 26 とを備えるバッテリー ECU 9 が、前記バッテリー 7 に接続されている。バッテリー ECU 9 で検出されたバッテリー 7 の蓄電率 SOC 等はモータ ECU 8 に供給される。

【 0 0 2 3 】

モータ ECU 8 には、操作量センサ 12 によりアクセル操作量 A として検出されたアクセルペダル 10 の操作量や、操作量センサ 14 によりブレーキ操作量 B として検出されたブレーキペダル 13 の操作量、シフトポジションセンサ 16 によりシフトポジション SP として検出されたセレクトレバー 15 の操作位置、車速センサ 17 により検出された車速 Vs、モータ・ジェネレータ 2 を構成するレゾルバ等の回転数センサにより検出されたモータ回転数 Nm およびモータ回転方向 Md 等がそれぞれ供給される。なお、シフトポジション SP は、P（Parking）ポジション、R（リバース）ポジション、N（ニュートラル）ポジション、D（ドライブ）ポジションおよび B（ブレーキ）ポジションを含む。モータ回転方向 Md は、正転（前進）、停止および逆転（後退）を含む。

【 0 0 2 4 】

モータ ECU 8 には、さらにブレーキ ECU 20 が接続される。ブレーキ ECU 20 は、操作量センサ 14 から供給されるブレーキ操作量 B などに基づいて液圧モジュレータ 21 を駆動し、摩擦ブレーキ 5 を介して車輪 4 に摩擦制動力を発生させる。ブレーキ ECU 20 は、液圧モジュレータ 21 を駆動することで運転者のブレーキ操作に関わらずに車輪 4 に摩擦制動力を発生させることができるブレーキ・バイ・ワイヤを構成する。

【 0 0 2 5 】

モータ ECU 8 は、シフトポジション SP およびアクセル操作量 A などに応じてモータ・ジェネレータ 2 に発生させるべき駆動力（力行トルク Td および回生トルク Tr を含む）を設定してモータ・ジェネレータ 2 を駆動制御するとともに、ブレーキ ECU 20 との協調制御により、モータ・ジェネレータ 2 を発電機として作動させ、車輪 4 に回生制動力を発生させた場合には、バッテリー ECU 9 との協調制御により、モータ・ジェネレータ 2 の回生電力を、インバータ 6 を通じてバッテリー 7 に回収させる。このようにしてモータ ECU 8、ブレーキ ECU 20 およびバッテリー ECU 9 は、回生制動による制動力と摩擦制動による制動力との協調制御を行う。

【 0 0 2 6 】

上記のモータ ECU 8、バッテリー ECU 9、およびブレーキ ECU 20 の各 ECU は、それぞれマイクロコンピュータを含む計算機であり、CPU（中央処理装置）、メモリである ROM（EEPROM も含む。）、RAM（ランダムアクセスメモリ）、その他、A/D 変換器、D/A 変換器等の入出力装置、計時部としてのタイマ等を有しており、前記 CPU が前記 ROM に記録されているプログラムを読み出し実行することで各種機能実現部（機能実現手段）、たとえば制御部、演算部、および処理部等として機能する。

【 0 0 2 7 】

バッテリー ECU 9、モータ ECU 8 およびブレーキ ECU 20 は、CAN（Contr

10

20

30

40

50

oller Area Network)等の通信ネットワークに係る図示しない通信線を通じて相互にデータを利用する等、通信可能に接続されている。なお、通信ネットワークは、無線ネットワークとしてもよい。

【0028】

この実施形態において、バッテリーECU9は、上述したように、バッテリー7の蓄電率SOCを検出するSOC検出部25として機能するとともに、モータ・ジェネレータ2からインバータ6を通じてバッテリー7に充電される回生電流(回生電力)を制限する回生制限部26等として機能する。

【0029】

モータECU8は、蓄電率SOCに基づいてバッテリー7が満充電状態であるか否かを判定する満充電状態判定部23として機能し、さらに、満充電状態判定部23の判定結果等に基づき、自動車1に対する制動力の制御を行う制動力制御部24等として機能する。満充電状態判定部23は、バッテリーECU9に設けてもよいし、バッテリーECU9の回生制限部26は、モータECU8に設けてもよい。

【0030】

ここで、モータECU8の制動力制御部24は、基本的には、走行中にバッテリー7が満充電状態でない場合は、モータ・ジェネレータ2の回生制動により自動車1に対して制動力を付与する一方、走行中にバッテリー7が満充電状態である場合は、モータ・ジェネレータ2の回生制動を禁止して摩擦ブレーキ5による摩擦制動により自動車1に対して制動力を付与する原則制御と、回生制動を許可して回生制動により自動車1に対し制動力を付与する例外制御とのいずれか一方の制御により制動力を発生させる。

【0031】

制動力制御部24は、自動車1の進行方向を前方から後方または後方から前方に反転させる運転者のセレクトレバー15の操作(DポジションからRポジションまたはRポジションからDポジションへのシフト操作)、あるいは自動車1の進行方向の反転(前進から後退または後退から前進)を原因として、自動車1の実際の進行方向とシフトポジションSPの進行方向とが相違するスイッチバック状態となった場合には、制動力の制御を原則制御から例外制御に切り替える機能等を有する。なお、スイッチバック状態以外の状態(自動車1の実際の進行方向とシフトポジションSPの進行方向とが一致する場合や、自動車1が停止している場合など。)は、通常状態と呼ぶものとする。

【0032】

基本的には以上のように構成されるこの実施形態に係る自動車1の制御装置としてのモータECU8の動作について、次に、図2のタイムチャートを参照しながら説明する。

【0033】

図2のタイムチャートは、充電スタンドで充電を完了した後、自動車1を一度後退させてから停止させずにシフトポジションSPを前進走行に切り替えるときの各項目の変化を示しており、この過程のなかで上述したスイッチバック状態が発生している。図2のタイムチャートには、モータECU8で検出されるシフトポジションSPを(a)に、アクセル操作量Aを(b)に、シフトポジションSPとアクセル操作量Aとにより決まるドライバ要求駆動力を(c)に、車速Vsを(d)に、自動車1の実際の進行方向に基づく走行状態を(e)に、バッテリーECU9を通じてモータECU8で検出されるバッテリー7の蓄電率SOCを(f)にそれぞれ示している。

【0034】

なお、(c)のドライバ要求駆動力は、モータECU8で算出されるモータトルクMT(力行トルクTdおよび回生トルクTrを含む。)のことであり、この項目には、後述する最終回生電力制限値RPLに対応する回生トルク制限値を一点鎖線で示すとともに、力行および回生の別を示している。(e)の自動車1の走行状態は、モータ回転方向Mdに基づいて、モータ回転方向Mdが正転方向であれば前進状態、モータ回転方向Mdが逆転方向であれば後退状態、モータ回転数Nmが0であれば停止状態となる。

【0035】

10

20

30

40

50

まず、充電中は、(a)のシフトポジションSPがPポジションとされ、(e)の自動車1の走行状態は停止状態である。充電完了後、(f)のバッテリー7の蓄電率SOCは、充電によって第1満充電状態となっている。この第1満充電状態は、バッテリー7の電気化学的満充電状態とすることもできるが、後述するスイッチバック時の回生制動により電気化学的満充電状態以上に充電した場合にはバッテリー7の劣化が早まるため、電気化学的満充電状態よりも小さい第1満充電率以上の蓄電状態であることをもって満充電とみなしたみなし満充電状態である。一方、第1満充電率よりも大きな値(本実施形態では、上記の電気化学的満充電状態の蓄電量に対応するバッテリー7の蓄電限界(100%)よりも小さな値)に、第2満充電状態であることを判定するための第2満充電率が設定されている。

【0036】

10

そして充電完了後に運転者が走行を開始すると、時点t1において、(a)のシフトポジションSPがRポジションに切り替えられ、(b)のアクセル操作量Aが大きくなると、(c)のドライバ要求駆動力がマイナス側(後ろ向き)に大きくなる。このドライバ要求駆動力は、モータ・ジェネレータ2の逆転方向の力行トルクTdによって実現される。モータトルクMTが出力されると、(d)の車速Vsがマイナス側(後退方向)に大きくなり、(e)の自動車1の走行状態は後退状態になる。また、(f)の蓄電率SOCは若干低下する。

【0037】

その後、時点t2において(b)のアクセル操作量Aが0になると、(c)のドライバ要求駆動力も0になり、(d)の車速Vsは、自動車1の慣性によって概ね一定に保たれる。この状態で時点t3～時点t4にかけて運転者がシフト操作を行って(a)のシフトポジションSPがDポジションに切り換えられると、(e)の自動車1の走行状態は後退状態のままであるため、車両の実際の進行方向(後ろ向き)とシフトポジションSPの進行方向(前向き)とが異なるスイッチバック状態が発生する。

20

【0038】

スイッチバック状態で時点t5において運転者がアクセルペダル10を踏み込み、(b)のアクセル操作量Aが大きくなると、(c)のドライバ要求駆動力がプラス側(前向き)に大きくなる。このときモータ・ジェネレータ2は逆転していることから、(d)の車速Vsが0になる時点t6までは、ドライバ要求駆動力は逆転中のモータ・ジェネレータ2の回生トルクTrによって実現される。モータ・ジェネレータ2は回生トルクTrを発生することにより発電し、発電した回生電力をバッテリー7に回収する。このとき、自動車1が平坦路を走行していれば、自動車1が後退したときに消費した電力量以上の回生電力量が発生することは基本的にはないが、走行路が上り勾配(車両の後方に向かって下り勾配)である場合や、自動車1を後退させたときの電力が小さく、バッテリー7の蓄電率SOCが第1満充電率を維持している場合には、(f)のバッテリー7の蓄電率SOCが第1満充電率を超えることがある。詳細は後述するが、スイッチバック状態であるとき、(f)のバッテリー7の蓄電率SOCが第1満充電率を超えたとしても、例外制御によって回生制動力の発生およびバッテリー7への充電は継続される。

30

【0039】

その後、時点t6において(d)の車速Vsが0を超え、(e)の自動車1の走行状態が前進状態になると、車両の実際の進行方向(前向き)とシフトポジションSPの進行方向(前向き)とが同一になり、スイッチバック状態が解消される(通常状態となる)。また、(c)のドライバ要求駆動力は、モータ・ジェネレータ2の正転方向の力行トルクTdによって実現される。そのため、(f)のバッテリー7の蓄電率SOCは再び低下を始める。

40

【0040】

その後、時点t7までは、(b)のアクセル操作量Aおよび(c)のドライバ要求駆動力が維持されており、(d)の車速Vsが高くなり、時点t7で(b)のアクセル操作量Aが0になると、(c)のドライバ要求駆動力も0になり、(d)の車速Vsは、自動車1の慣性によって概ね一定に保たれる。

50

【 0 0 4 1 】

図 3 は、バッテリー 7 の蓄電率 SOC の値に対応する充電電流すなわち回生電力の制限値（以下、第 1 回生電力制限値 RPL1 と記す。）を実線で示している。蓄電率 SOC が 0 から第 1 満充電率までは、第 1 回生電力制限値 RPL1 は一定の値とされ、蓄電率 SOC が第 1 満充電率を超えると、第 1 回生電力制限値 RPL1 は 0 とされている。これにより、通常状態の第 1 回生電力制限値 RPL1 は、蓄電率 SOC を第 1 満充電率で制限するように、言い換えれば第 1 満充電率からバッテリー 7 の蓄電限界（100%）までを充電マージンとして残すように、回生制動を規制する。

【 0 0 4 2 】

一方、回生制動が一律に蓄電率 SOC に応じて制限されると、第 1 満充電状態でスイッチバック状態が生じたときに、制動力が発生しないために減速加速度が抜けたような運転フィールとなってしまう。そのため、本実施形態では、回生電力量が低いと考えられる低車速時に回生制動を許容するための回生電力の制限値（以下、第 2 回生電力制限値 RPL2 と記す。）を設定し、スイッチバック状態のときには、第 1 回生電力制限値 RPL1 と第 2 回生電力制限値 RPL2 とのうちのより大きな値を採用して最終回生電力制限値 RPL とする。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、車速 Vs の絶対値 |Vs| に対応する第 2 回生電力制限値 RPL2 を実線で示している。第 2 回生電力制限値 RPL2 がこのように設定されることにより、スイッチバック状態のときのように比較的低い車速 Vs のときには、回生制動が実施されるようになる。特に、図 4 に示すように、車速 Vs の絶対値 |Vs| が小さいときに大きな回生電力を許容することにより、スイッチバック状態から通常状態へ切り替わる際に、より正確には車速 Vs が所定の回生確保 MAX 車速から 0 になるまでの間に、トルクショックを防止するのに適した摩擦制動力の緩やかな切り替えが担保される。

【 0 0 4 4 】

図 2 のタイムチャート中、(c) のドライバ要求駆動力の項目において、1 点鎖線で示す回生トルク制限値は、図 3 の第 1 回生電力制限値 RPL1 に対応する値となっている。なお、(c) にはプラス側のみに第 1 回生電力制限値 RPL1 に対応する回生トルク制限値を示しているが、マイナス側にもプラス側と同じ絶対値の回生トルク制限値が存在する。

【 0 0 4 5 】

走行路が上り勾配であることなどにより、時点 t5 から時点 t6 までの回生制動によって (f) の蓄電率 SOC が第 1 満充電率を超えると、(c) に示した回生トルク制限値は第 2 回生電力制限値 RPL2 に対応するより小さな値になる。具体的には、回生トルク制限値は、車速 Vs の絶対値 |Vs| が最も小さくなる時点 t6 において、回生制動力を発揮し得る程度の大きさであり、車速 Vs の絶対値 |Vs| が図 4 の停車判定車速よりも大きいときには車速 Vs に応じて小さくなる。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、登坂路において駆動力が勾配抵抗よりも小さくなったことにより、D ポジションで前進走行していた自動車 1 が後退（ずり下がり）したときの各項目の変化を示しており、この過程のなかでも上述したスイッチバック状態が発生している。図 5 のタイムチャートには、シフトポジション SP とアクセル操作量 A とにより決まるドライバ要求駆動力を (a) に、車速 Vs を (b) にそれぞれ示している。

【 0 0 4 7 】

自動車 1 の走行中、(a) のモータ・ジェネレータ 2 の力行トルク Td によって実現されるドライバ要求駆動力が勾配抵抗と同等である時点 t10 から時点 t11 の間は、自動車 1 は (b) の車速 Vs をプラス側で一定に保っている。時点 t11 においてドライバ要求駆動力が低下し、勾配抵抗よりも低くなると、(b) の車速 Vs は低下し、時点 t12 においてマイナスになり、自動車 1 が後退（ずり下がり）状態となる。このとき、シフトポジション SP は D ポジション（前進）のままであるため、シフトポジション SP の進行

10

20

30

40

50

方向と自動車 1 の実施の進行方向とが異なるスイッチバック状態となる。

【 0 0 4 8 】

また時点 t_{12} において車速 V_s がマイナスになり、(a) のドライバ要求駆動力がプラス側のままであることから、時点 t_{11} まで同方向のモータトルク M_T によって実現されていたドライバ要求駆動力は、時点 t_{12} において逆転中のモータ・ジェネレータ 2 の回生トルク T_r によって発揮されるように切り替わる。一方、回生トルク T_r のみによって車速 V_s を 0 に維持することはできないため、不足する駆動力は摩擦ブレーキ 5 の後退を抑制しようとするブレーキトルク T_b によって賄われる。

【 0 0 4 9 】

(a) に一点鎖線で示すスイッチバック状態の回生トルク制限値 (第 1 回生電力制限値 RPL_1 に対応する) は、時点 t_{12} において比較的大きな値に設定される。この状態が継続し、(d) の蓄電率 SOC が時点 t_{13} において第 1 満充電率を超えると、第 1 回生電力制限値 RPL_1 が 0 になることから、回生トルク制限値は、第 2 回生電力制限値 RPL_2 に対応するより小さな値となる。ところが、坂道でこの状態がさらに継続すると、(d) の蓄電率 SOC がさらに上昇し、時点 t_{15} において第 2 満充電率に達する。

【 0 0 5 0 】

すると、制御ユニット 11 は、回生トルク制限値が変化していなくとも、回生トルク T_r を徐々に小さな値にしてゆくとともに、ドライバ要求駆動力が確保されるようにブレーキトルク T_b を徐々に大きな値にしてゆき、回生トルク T_r を 0 にする。(d) の蓄電率 SOC は、時点 t_{15} 以降にも回生トルク T_r が発生していることから、時点 t_{15} 以降に若干第 2 満充電率よりも上昇するが、蓄電限界に至るまえに上昇が停止する。

【 0 0 5 1 】

つまり、本実施形態では、時点 t_{13} で蓄電率 SOC が第 1 満充電率になった後にバッテリー 7 に充電された電力の積算値である充電電力量 (充電マージン使用量) と、第 2 満充電率と第 1 満充電率との差 (充電マージン) とを比較し、両者が同じ値になったときに、回生トルク T_r を徐々に低減させている。一方、蓄電率 SOC が第 1 満充電率になった後に、スイッチバック状態で行われる回生制動の継続時間に基づいて回生制動を規制するようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

図 6 は、登坂路で自動車 1 が D ポジションのまま後退 (ずり下がり) している状態において、駆動力が勾配抵抗よりも大きくなったことにより、前進走行していた自動車 1 が前進に転じてスイッチバック状態から通常状態に移行したときの各項目の変化を示している。図 6 のタイムチャートにも、図 5 と同様に、シフトポジション SP とアクセル操作量 A とにより決まるドライバ要求駆動力を (a) に、車速 V_s を (b) にそれぞれ示している。

【 0 0 5 3 】

自動車 1 の後退 (ずり下がり) 中、(a) のドライバ要求駆動力が勾配抵抗と同等である時点 t_{20} から時点 t_{21} の間は、自動車 1 は (b) の車速 V_s をマイナス側で一定に保っている。ドライバ要求駆動力は、(d) の蓄電率 SOC が第 2 満充電率以上であるため、その全量を摩擦ブレーキ 5 のブレーキトルク T_b によって実現されている。時点 t_{21} においてドライバ要求駆動力が増加し、勾配抵抗よりも大きくなると、(b) の車速 V_s は増大し、時点 t_{23} においてプラスになって自動車 1 が前進状態となる。このとき、自動車 1 の実施の進行方向とシフトポジション SP (D ポジション) の進行方向 (前進) とが一致するため、スイッチバック状態から通常状態となる。

【 0 0 5 4 】

(a) のドライバ要求駆動力は、時点 t_{23} よりも前であって、(b) の車速 V_s の絶対値 $|V_s|$ が所定値 TH 以下となる時点 t_{22} までは、その全量を摩擦ブレーキ 5 のブレーキトルク T_b によって実現されている。この所定値 TH は、逆転しているモータ・ジェネレータ 2 を電力供給によって正転させることができる程度に小さな値である。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

一方、(b)の車速 V_s がプラスになる時点 t_{23} においてドライバ要求駆動力の全量がブレーキトルク T_b からモータ・ジェネレータ2の力行トルク T_d に一気に切り替わると、トルクショックが生じることから、時点 t_{22} から時点 t_{23} にかけては、モータ・ジェネレータ2の力行トルク T_d が出力され始める一方で、摩擦ブレーキ5のブレーキトルク T_b が徐々に低減する。そして、(b)の車速 V_s がプラスに転じる時点 t_{23} においてモータ・ジェネレータ2の力行トルク T_d が駆動力の100%を負担する。時点 t_{23} 以降は、(a)のドライバ要求駆動力は、正転方向に回転するモータ・ジェネレータ2の力行トルク T_d によって実現される。なお、時点 t_{22} 以降は、モータ・ジェネレータ2に電力が供給されるため、(d)の蓄電率SOCが徐々に低下する。

【0056】

10

このように、蓄電率SOCが第2満充電率以上であり、回生制動が行われない場合であっても、摩擦ブレーキ5のブレーキトルク T_b からモータ・ジェネレータ2の回生トルク T_r への切り替わりが瞬間的に行われるのではなく、時点 t_{22} から時点 t_{23} にかけて徐々に行われるため、切り替え時のトルクショックが抑制される。

【0057】

図7は、モータECU8、バッテリーECU9およびブレーキECU20により協調制御されるドライバ要求駆動力の回生トルク T_r への配分制御のフローチャートを示している。

【0058】

モータECU8は、操作量センサ12、14が検出するアクセル操作量Aに基づいて、自動車1に要求されるドライバ要求駆動力を算出する(ステップST1)。次に、モータECU8は、図3に示すような特性のテーブルを参照し、蓄電率SOCに応じた第1回生電力制限値RPL1を設定する(ステップST2)。その後、モータECU8は、蓄電率SOCが第1満充電率以上であるか否かを判定する(ステップST3)。

20

【0059】

ステップST3で蓄電率SOCが第1満充電率以上であると判定された場合(Yes)、モータECU8は次に、自動車1がスイッチバック状態にあるか否かを判定する(ステップST4)。ステップST4でスイッチバック状態でないと判定された場合(No)、モータECU8は、第1回生電力制限値RPL1を最終回生電力制限値RPLに設定する(ステップST5)。一方、ステップST4でYesと判定された場合、モータECU8は、図4に示すような特性のテーブルを参照し、車速 V_s の絶対値に応じた第2回生電力制限値RPL2を設定し(ステップST6)、第1回生電力制限値RPL1と第2回生電力制限値RPL2とのうち、値がより大きな方を最終回生電力制限値RPLに設定する(ステップST7)。

30

【0060】

その後、モータECU8は、現在行っている回生制動による回生電力が第1回生電力制限値RPL1よりも大きいかな否かを判定し(ステップST8)、この判定結果がYesの場合、回生電力から第1回生電力制限値RPL1を減算した値を積算することで、充電マージン使用電力量WHCHG、すなわち第1満充電率を超えてバッテリー7に回収された電力量を算出する。一方、ステップST8の判定結果がNoであった場合、モータECU8は、充電マージン使用電力量WHCHGとして前回値を保持する(ステップST10)。

40

【0061】

次にモータECU8は、蓄電率SOCが第2満充電率以上であるか否かを判定する(ステップST11)。ステップST11で蓄電率SOCが第2満充電率未満であると判定された場合(No)、モータECU8は、ステップST5またはステップST7で設定した最終回生電力制限値RPLの範囲内でドライバ要求駆動力を回生トルク T_r に割り当て(ステップST12)、上記手順を繰り返す。なお、ステップST12においては、スイッチバック状態であったならば(ステップST4:Yes)、回生トルク T_r は0に設定され、スイッチバック状態でなかったならば(ステップST4:No)、回生トルク T_r は図4の車速 V_s の絶対値 $|V_s|$ に応じた第2回生電力制限値RPL2によって制限され

50

る。

【0062】

一方、ステップST11で蓄電率SOCが第2満充電率以上であると判定された場合(Yes)、モータECU8は、ステップST5またはステップST7で設定した最終回生電力制限値RPLの範囲内で漸減させるようにドライバ要求駆動力を回生トルクTrに割り当て(ステップST13)、上記手順を繰り返す。なお、ステップST13においても、ステッチバック状態であったならば(ステップST4:Yes)、回生トルクTrは0に設定され、ステッチバック状態でなかったならば(ステップST4:No)、回生トルクTrは図4の車速Vsの絶対値|Vs|に応じた第2回生電力制限値RPL2によって制限されるとともに、経時的な漸減処理を施される。

10

【0063】

ステップST3に戻り、蓄電率SOCが第1満充電率未満であると判定された場合(No)、モータECU8は、第1回生電力制限値RPL1を最終回生電力制限値RPLに設定し(ステップST14)、充電マージン使用電力量WHCHGをリセットする(ステップST15)。その後、モータECU8は、ステップST14で設定した最終回生電力制限値RPLの範囲内でドライバ要求駆動力を回生トルクTrに割り当て(ステップST16)、上記手順を繰り返す。なお、ステップST16においては、回生トルクTrは図5の(a)に示した比較的大きな回生トルク制限値によって制限される。

【0064】

このように、バッテリー7の蓄電率SOCが第1満充電率以上である場合(ステップST3:Yes)、スイッチバック状態である場合には(ステップST4:Yes)、図4の車速Vsの絶対値|Vs|に応じた第2回生電力制限値RPL2を用いずにステップST5で最終回生電力制限値RPLを設定する原則制御から、第2回生電力制限値RPL2を用いてステップST7で最終回生電力制限値RPLを設定する例外制御に切り替え、さらに例外制御を行っている状態においてバッテリー7の蓄電率SOCが第1満充電率よりも大きな第2満充電率以上となったときには(ステップST11:Yes)、ステップST13において回生トルクTrを漸減させるとともにブレーキトルクTbを漸増させることにより、回生トルクTrを有効に利用しつつ、バッテリー7が過充電状態になることを確実に防止することができる。

20

【0065】

また、本実施形態では、ステップST13において回生トルクTrが徐々に低減させることにより、制動力の急激な変化が防止されてトルクショックの発生が抑制される。

30

【0066】

以上で具体的実施形態の説明を終えるが、本発明は上記実施形態に限定されることなく幅広く変形実施することができる。例えば、各部材や部位の具体的構成や配置、数量、数値、具体的制御態様などは、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であれば適宜変更可能である。一方、上記実施形態に示した自動車1の制動装置の各構成要素は必ずしも全てが必須ではなく、適宜選択することができる。

【符号の説明】

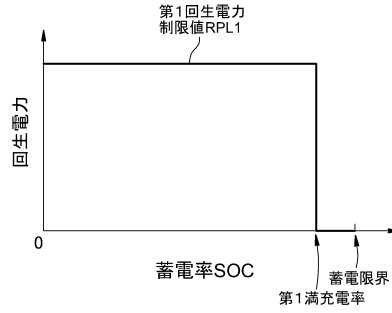
【0067】

- 1 自動車
- 2 モータ・ジェネレータ
- 4 車輪
- 5 摩擦ブレーキ(摩擦制動手段)
- 7 バッテリ
- 8 モータECU(制駆動力制御手段)
- 20 ブレーキECU(制駆動力制御手段)
- 21 液圧モジュレータ(摩擦制動手段)
- 25 SOC検出部(蓄電量検出手段)
- SOC 蓄電率(蓄電量)

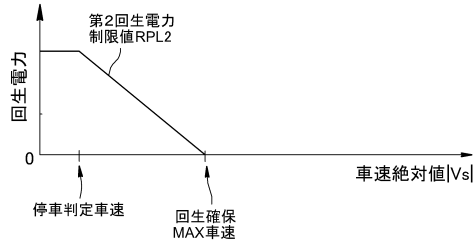
40

50

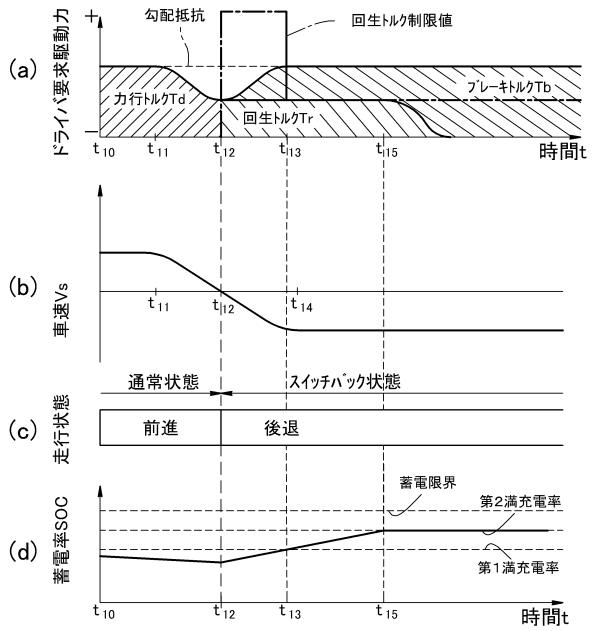
【図 3】



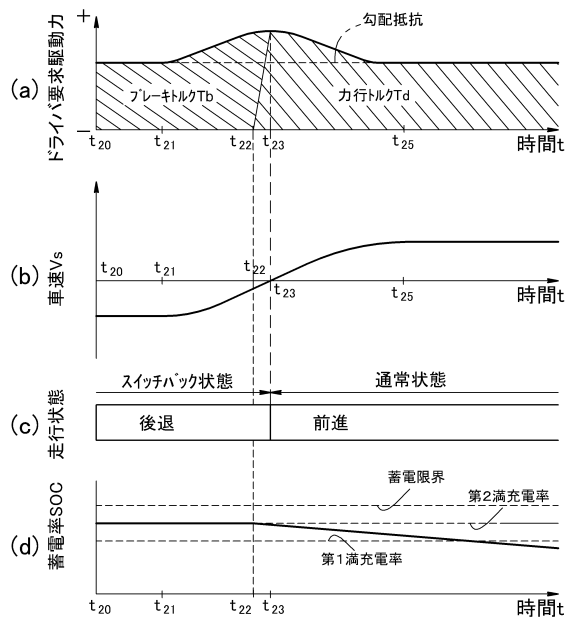
【図 4】



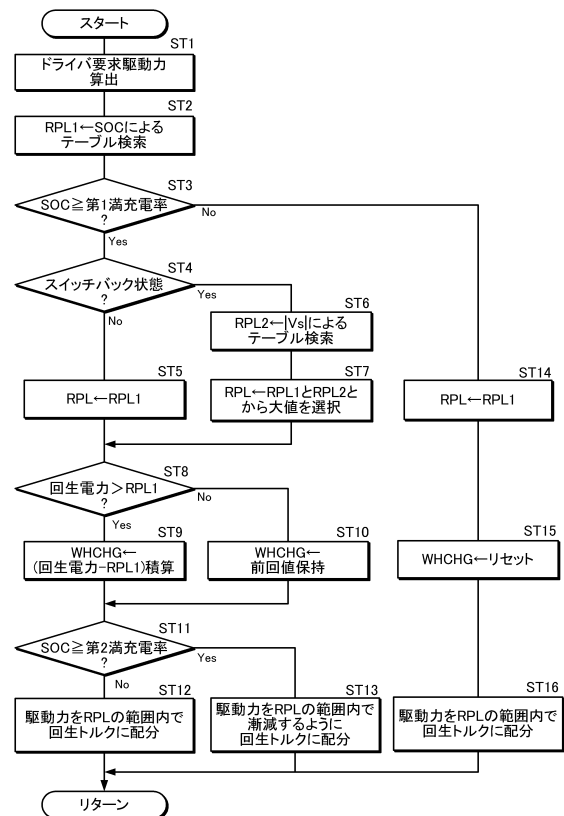
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/084682(WO, A1)

特開2011-240904(JP, A)

特開2011-245948(JP, A)

特開2009-040211(JP, A)

特開2013-240230(JP, A)

特開平10-271605(JP, A)

特開2010-141997(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 7/12 - 8/96

B60L 7/24

B60L 11/18