(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-11943
(P2017-11943A)
(43)公開日　平成29年1月12日(2017.1.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B60L 7/18	(2006.01)	B60L	7/18		3D202
B60K 6/48	(2007.10)	B60K	6/48		3D246
B60W 10/08	(2006.01)	B60K	6/20	320	3J552
B60W 20/00	(2016.01)	B60K	6/20	370	5H125
B60W 10/18	(2012.01)	B60K	6/20	350	

審査請求 未請求　請求項の数 3　OL　（全 21 頁）　最終頁に続く

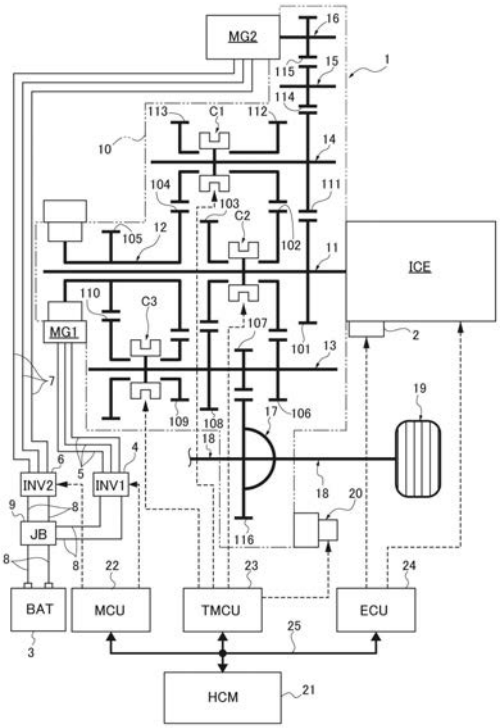
(21)出願番号　特願2015-127212(P2015-127212)
(22)出願日　平成27年6月25日(2015.6.25)

(71)出願人　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　240000327
弁護士　弁護士法人クレオ国際法律特許事務所
(72)発明者　月▲崎▼　敦史
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　3D202 AA08 BB15 BB16 BB34 BB55
CC04 CC24 CC52 CC74 FF06
3D246 AA09 BA02 DA01 EA05 EA11
GA22 GB39 GC14 HA03A HA04A
HA08A HA25A HA26A HA32A HA64A
HA86A HA91B JA12 JB10 JB53
最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動車両の制動力制御装置

(57)【要約】　（修正有）
【課題】再加速時の駆動力発生の遅れを防止しつつ、回生電力の低減防止を達成する電動車両の制動力制御装置を提供する。
【解決手段】動力源となる第１モータジェネレータMG1から駆動輪１９までの動力伝達経路に、複数の変速段を実現する多段歯車変速機１を搭載すると共に、第１モータジェネレータMG1の最大回生制動力（MAX制動力）までの範囲内で、要求制動力に応じて第１モータジェネレータMG1の回生制動力を制御して回生減速を行うモータコントロールユニット２２を備える。多段歯車変速機１は、回生減速に伴うダウンシフト時に動力伝達経路を切り、モータコントロールユニット２２は、回生減速中に多段歯車変速機１の変速段が最ロー変速段（EV1st ICE-）のとき、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値を制限しない。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
動力源となるモータジェネレータから駆動輪までの動力伝達経路に、複数の変速段を実現する変速機が搭載されると共に、前記モータジェネレータの最大回生制動力の範囲内で、要求制動力に応じて前記モータジェネレータの回生制動力を制御することで回生減速を行う制動力コントローラを備えた電動車両において、
前記変速機は、前記回生減速に伴ってダウンシフトを行うと共に、前記ダウンシフト時に前記動力伝達経路を切り、
前記制動力コントローラは、前記回生減速中に前記変速機の変速段が最ロー変速段のとき、前記モータジェネレータの回生制動力の最大値を、前記最大回生制動力に対して制限しない
ことを特徴とする電動車両の制動力制御装置。
【請求項２】
請求項１に記載された電動車両の制動力制御装置において、
前記制動力コントローラは、前記回生減速中に前記変速機の変速段が非最ロー変速段のとき、前記モータジェネレータの回生制動力の最大値を、前記最大回生制動力に対して制限し、ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさに設定する
ことを特徴とする電動車両の制動力制御装置。
【請求項３】
請求項１又は請求項２に記載された電動車両の制動力制御装置において、
前記制動力コントローラは、前記モータジェネレータの回生制動力の最大値が、前記要求制動力に対して不足するとき、前記回生減速以外の制動手段による制動力によって不足制動力を補償する
ことを特徴とする電動車両の制動力制御装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、駆動系にモータジェネレータと変速機を備えた電動車両の制動力制御装置に関する発明である。
【背景技術】
【０００２】
従来、モータジェネレータによる回生減速によって生じる制動力が所定制動力よりも大きいときには、変速機の変速を禁止して回生し、回生減速によって生じる制動力が所定制動力以下のときには、変速を許可して回生を中止する電動車両の制動力制御装置が知られている（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４０３９４２７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、従来装置にあっては、変速機の変速段に拘らず「所定制動力」を基準とし、回生を行う場合には変速を禁止し、変速を行う場合には回生を禁止していた。そのため、「所定制動力」の大きさによっては、再加速時に変速が遅れて加速のもたつきを感じてしまったり、逆に回生できる電力が制限されてしまったりするという問題があった。
【０００５】
本発明は、上記問題に着目してなされたもので、再加速時の駆動力発生の遅れを防止しつつ、回生電力の低減防止を達成する電動車両の制動力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】
【０００６】
上記目的を達成するため、本発明の制動力制御装置は、動力源となるモータジェネレータから駆動輪までの動力伝達経路に、複数の変速段を実現する変速機が搭載されると共に、モータジェネレータの最大回生制動力の範囲内で、ドライバーの要求制動力に応じてモータジェネレータの回生制動力を制御することで回生減速を行う制動力コントローラを備えた電動車両において、前記変速機は、回生減速に伴ってダウンシフトを行うと共に、ダウンシフト時に動力伝達経路を切り、前記制動力コントローラは、回生減速中に変速機の変速段が最ロー変速段のとき、モータジェネレータの回生制動力の最大値を、最大回生制動力に対して制限しない。
【発明の効果】
【０００７】
よって、本発明では、回生減速に伴うダウンシフトを禁止しないので、車速が低くなったときには状況に合わせて変速機を最ロー変速段とすることができ、再加速時の変速遅れが生じ得ず、加速のもたつきを感じることを防止できる。
また、回生制動力の最大値を制限せず、モータジェネレータの回生電力をできる限り多くできるのは、変速機でのダウンシフトが生じ得ない領域（最ロー変速段）となる。そのため、ダウンシフト時には回生制動力の制動力が制限されることになり、ダウンシフトに伴って動力伝達経路が切れても、回生制動力抜けが大きくなることはない。その一方で、最ロー変速段のときには、モータジェネレータの回生電力をできる限り多くすることができるため、回生電力の低減防止を図ることができる。
この結果、再加速時の駆動力発生の遅れを防止しつつ、回生電力の低減防止を達成することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】実施例１の制動力制御装置が適用された車両の駆動系及び制御系を示す全体システム図である。
【図２】実施例１の多段歯車変速機の変速制御系の構成を示す制御系構成図である。
【図３】実施例１の多段歯車変速機において変速パターンを切り替える考え方を示す変速マップ概要図である。
【図４】実施例１の多段歯車変速機において３つの係合クラッチの切り替え位置による変速段を示す締結作動表である。
【図５】実施例１にて実行される制動力制御処理の流れを示すフローチャートである。
【図６】実施例１にて使用するシフトマップの一例である。
【図７】ドライバーからの制動要求時に減速する際の車速・ＭＧ１回転数・車両制動力・要求制動力・ＭＧ１トルク・車両ブレーキ力・第３係合クラッチ状態の各特性を示すタイムチャートである。
【図８】第１モータジェネレータMG1の回生制動力の最大値と、変速段・制限制動力・MAX制動力・要求制動力との関係を示す説明図である。
【図９】第１モータジェネレータMG1の回生制動力の最大値に対して、要求制動力が下回る場合の関係を示す説明図である。
【図１０】第１モータジェネレータMG1の回生制動力の最大値に対して、要求制動力が上回る場合の関係を示す説明図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の電動車両の制動力制御装置を実現する最良の形態を、図面に示す実施例１に基づいて説明する。
【００１０】
（実施例１）

まず、構成を説明する。
実施例１の制動力制御装置は、駆動系構成要素として、１つのエンジンと、２つのモータジェネレータと、３つの係合クラッチを有する多段歯車変速機と、を備えたハイブリッド車両（電動車両の一例）に適用したものである。以下、実施例１における電動車両の制動力制御装置の構成を、「全体システム構成」、「変速制御系構成」、「変速段構成」、「制動力制御処理構成」に分けて説明する。

【００１１】

［全体システム構成］

図１は、実施例１の制動力制御装置が適用された車両の駆動系及び制御系を示す。以下、図１に基づき、全体システム構成を説明する。

【００１２】

実施例１のハイブリッド車両の駆動系は、図１に示すように、内燃機関ICEと、第１モータジェネレータMG1と、第２モータジェネレータMG2と、３つの係合クラッチC1,C2,C3を有する多段歯車変速機１と、を備えている。なお、「ICE」は「Internal-Combustion Engine」の略称である。

【００１３】

前記内燃機関ICEは、ハイブリッド車両の動力源であり、例えば、クランク軸方向を車幅方向として車両のフロントルームに配置したガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどである。この内燃機関ICEは、多段歯車変速機１の変速機ケース１０に連結されると共に、内燃機関出力軸が、多段歯車変速機１の第１軸１１に接続される。なお、内燃機関ICEは、基本的に、第２モータジェネレータMG2をスタータモータとしてMG2始動する。但し、極低温時などのように強電バッテリ３を用いたMG2始動が確保できない場合に備えてスタータモータ２を残している。

【００１４】

前記第１モータジェネレータMG1及び第２モータジェネレータMG2は、ハイブリッド車両の動力源であり、いずれも強電バッテリ３を共通の電源とする三相交流の永久磁石型同期モータである。第１モータジェネレータMG1のステータは、第１モータジェネレータMG1のケースに固定され、そのケースが多段歯車変速機１の変速機ケース１０に固定される。そして、第１モータジェネレータMG1のロータに一体の第１モータ軸が、多段歯車変速機１の第２軸１２に接続される。第２モータジェネレータMG2のステータは、第２モータジェネレータMG2のケースに固定され、そのケースが多段歯車変速機１の変速機ケース１０に固定される。そして、第２モータジェネレータMG2のロータに一体の第２モータ軸が、多段歯車変速機１の第６軸１６に接続される。第１モータジェネレータMG1のステータコイルには、力行時に直流を三相交流に変換し、回生時に三相交流を直流に変換する第１インバータ４が、第１ACハーネス５を介して接続される。第２モータジェネレータMG2のステータコイルには、力行時に直流を三相交流に変換し、回生時に三相交流を直流に変換する第２インバータ６が、第２ACハーネス７を介して接続される。強電バッテリ３と第１インバータ４及び第２インバータ６は、ジャンクションボックス９を介してDCハーネス８により接続される。
なお、第１モータジェネレータMG1は、制動力要求時、回生を行うことでロータを負荷とし、車両に制動力を作用させる回生減速を行う。ここで、「制動力要求時」とは、例えばアクセル足離し操作や、ブレーキペダルの踏込操作である。

【００１５】

前記多段歯車変速機１は、変速比が異なる複数の歯車対と、変速段を切り替える変速要素と、を有し、複数の変速段を実現する常時噛み合い式変速機である。この多段歯車変速機１は、内燃機関ICE、第１モータジェネレータMG1、第２モータジェネレータMG2から駆動輪１９への動力伝達経路に配置されている。
この多段歯車変速機１は、変速機ケース１０内に互いに平行に配置され、歯車が設けられる６つの歯車軸１１～１６と、歯車対を選択する変速要素である３つの係合クラッチC1,C2,C3と、を備える。歯車軸としては、第１軸１１と、第２軸１２と、第３軸１３と、第４

軸１４と、第５軸１５と、第６軸１６が設けられる。係合クラッチとしては、第１係合クラッチC1と、第２係合クラッチC2と、第３係合クラッチC3が設けられる。ここで、第１,第２,第３係合クラッチC1,C2,C3は、いずれも摩擦締結要素を持っておらず、変速時に噛み合い状態を解放して動力伝達経路を切るドグクラッチである。なお、変速機ケース１０には、ケース内の軸受け部分や歯車の噛み合い部分に潤滑オイルを供給する電動オイルポンプ２０が付設される。

【００１６】

前記第１軸１１は、内燃機関ICEが連結される軸であり、第１軸１１には、図１の右側から順に、第１歯車101、第２歯車102、第３歯車103が配置される。第１歯車101は、第１軸１１に対して一体（一体化固定を含む）に設けられる。第２歯車102と第３歯車103は、軸方向に突出するボス部が第１軸１１の外周に挿入される遊転歯車であり、第２係合クラッチC2を介し第１軸１１に対して駆動連結可能に設けられる。

【００１７】

前記第２軸１２は、第１モータジェネレータMG1が連結され、第１軸１１の外側位置に軸心を一致させて同軸配置された円筒軸であり、第２軸１２には、図１の右側から順に、第４歯車104、第５歯車105が配置される。第４歯車104と第５歯車105は、第２軸１２に対して一体（一体化固定を含む）に設けられる。

【００１８】

前記第３軸１３は、多段歯車変速機１の出力側に配置されると共に変速機ケース１０に両端が支持された軸であり、第３軸１３には、図１の右側から順に、第６歯車106、第７歯車107、第８歯車108、第９歯車109、第１０歯車110が配置される。第６歯車106と第７歯車107と第８歯車108は、第３軸１３に対して一体（一体化固定を含む）に設けられる。第９歯車109と第１０歯車110は、軸方向に突出するボス部が第３軸１３の外周に挿入される遊転歯車であり、第３係合クラッチC3を介し第３軸１３に対して駆動連結可能に設けられる。

そして、第６歯車106は第１軸１１の第２歯車102に噛み合い、第７歯車107はデファレンシャル歯車１７の第１６歯車116と噛み合い、第８歯車108は第１軸１１の第３歯車103に噛み合う。第９歯車109は第２軸１２の第４歯車104に噛み合い、第１０歯車110は第２軸１２の第５歯車105に噛み合う。

【００１９】

前記第４軸１４は、変速機ケース１０に両端が支持された軸であり、第４軸１４には、図１の右側から順に、第１１歯車111、第１２歯車112、第１３歯車113が配置される。第１１歯車111は、第４軸１４に対して一体（一体化固定を含む）に設けられる。第１２歯車112と第１３歯車113は、軸方向に突出するボス部が第４軸１４の外周に挿入される遊転歯車であり、第１係合クラッチC1を介し第４軸１４に対して駆動連結可能に設けられる。そして、第１１歯車111は第１軸１１の第１歯車101に噛み合い、第１２歯車112は第１軸１１の第２歯車102と噛み合い、第１３歯車113は第２軸１２の第４歯車104と噛み合う。

【００２０】

前記第５軸１５は、変速機ケース１０に両端が支持された軸であり、第４軸１４の第１１歯車111と噛み合う第１４歯車114が一体（一体化固定を含む）に設けられる。

【００２１】

前記第６軸１６は、第２モータジェネレータMG2が連結される軸であり、第５軸１５の第１４歯車114と噛み合う第１５歯車115が一体（一体化固定を含む）に設けられる。

【００２２】

そして、第２モータジェネレータMG2と内燃機関ICEは、互いに噛み合う第１５歯車115、第１４歯車114、第１１歯車111、第１歯車101により構成されるギヤ列により機械的に連結されている。このギヤ列は、第２モータジェネレータMG2による内燃機関ICEのMG2始動時、MG2回転数を減速する減速ギヤ列となり、内燃機関ICEの駆動で第２モータジェネレータMG2を発電するMG2発電時、ICE回転数を増速する増速ギヤ列となる。

【００２３】

前記第１係合クラッチC1は、第４軸１４のうち、第１２歯車112と第１３歯車113の間に介装され、同期機構を持たないことで、回転同期状態での噛み合いストロークにより締結されるドグクラッチである。第１係合クラッチC1は、左側締結位置（Left）のとき、第４軸１４と第１３歯車113を駆動連結する。また、この第１係合クラッチC1は、中立位置（Ｎ）のとき、第４軸１４に対して第１２歯車112及び第１３歯車113をいずれも解放する。さらに、この第１係合クラッチC1は、右側締結位置（Right）のとき、第４軸１４と第１２歯車112を駆動連結する。

【００２４】

前記第２係合クラッチC2は、第１軸１１のうち、第２歯車102と第３歯車103の間に介装され、同期機構を持たないことで、回転同期状態での噛み合いストロークにより締結されるドグクラッチである。第２係合クラッチC2は、左側締結位置（Left）のとき、第１軸１１と第３歯車103を駆動連結する。また、この第２係合クラッチC2は、中立位置（Ｎ）のとき、第１軸１１に対して第２歯車102及び第３歯車103をいずれも解放する。さらに、この第２係合クラッチC2は、右側締結位置（Right）のとき、第１軸１１と第２歯車102を駆動連結する。

【００２５】

前記第３係合クラッチC3は、第３軸１３のうち、第９歯車109と第１０歯車110の間に介装され、同期機構を持たないことで、回転同期状態での噛み合いストロークにより締結されるドグクラッチである。第３係合クラッチC3は、左側締結位置（Left）のとき、第３軸１３と第１０歯車110を駆動連結する。また、この第３係合クラッチC3は、中立位置（Ｎ）のとき、第３軸１３に対して第９歯車109及び第１０歯車110をいずれも解放する。さらに、この第３係合クラッチC3は、右側締結位置（Right）のとき、第３軸１３と第９歯車109を駆動連結する。

【００２６】

そして、多段歯車変速機１の第３軸１３に一体（一体化固定を含む）に設けられた第７歯車107に噛み合う第１６歯車116は、デファレンシャル歯車１７及び左右のドライブ軸１８を介して左右の駆動輪１９に接続されている。

【００２７】

実施例１の車両の制御系は、図１に示すように、ハイブリッドコントロールモジュール２１と、モータコントロールユニット２２と、変速機コントロールユニット２３と、エンジンコントロールユニット２４と、を備えている。

【００２８】

前記ハイブリッドコントロールモジュール２１（略称：「HCM」）は、車両全体の消費エネルギーを適切に管理する機能を担う統合制御手段である。このハイブリッドコントロールモジュール２１は、他のコントロールユニット（モータコントロールユニット２２、変速機コントロールユニット２３、エンジンコントロールユニット２４など）とCAN通信線２５により双方向情報交換可能に接続されている。なお、CAN通信線２５の「CAN」とは、「Controller Area Network」の略称である。

【００２９】

前記モータコントロールユニット２２（略称：「MCU」）は、第１インバータ４と第２インバータ６に対する制御指令により第１モータジェネレータMG1と第２モータジェネレータMG2の力行制御や回生制御などを行う。第１モータジェネレータMG1及び第２モータジェネレータMG2に対する制御モードとしては、「トルク制御」と「回転数FB制御」がある。

「トルク制御」では、力行時、目標駆動力に対して分担する目標モータトルクが決まると、実モータトルクを目標モータトルクに追従させる制御を行う。「回転数FB制御」では、走行中に係合クラッチC1,C2,C3の何れかを噛み合い締結する変速要求があると、クラッチ入出力回転数を回転同期させる目標モータ回転数を決め、実モータ回転数を目標モータ回転数に収束させるようにFBトルクを出力する制御を行う。

【００３０】

さらに、この実施例１では、このモータコントロールユニット２２によって、制動力要求時に第１モータジェネレータMG1による回生減速を行い、車両制動力を制御する。すなわち、モータコントロールユニット２２は、制動力要求時、第１モータジェネレータMG1によって出力可能な最大の回生制動力（最大回生制動力）までの範囲で、ドライバーの要求制動力に応じて目標回生トルク（目標回生制動力）を設定する。そして、実モータトルク（負値）を、設定した目標回生トルクに追従させることで、回生制動力の制御を行う。なお、この回生制動力が車両に作用することで行う減速動作を「回生減速」という。

【００３１】

そして、このモータコントロールユニット２２は、回生減速中に、多段歯車変速機１の変速段が最ロー変速段であれば、第１モータジェネレータMG1の回生制動力を制限しない。つまり、最ロー変速段のときの回生制動力の最大値を、最大回生制動力に設定する。また、モータコントロールユニット２２は、回生減速中に、多段歯車変速機１の変速段が非最ロー変速段であれば、第１モータジェネレータMG1による回生制動力を制限し、回生制動力の最大値を、ダウンシフト時にドライバーが許容できる大きさの車両の制動力変化量と同等の大きさに設定する。さらに、このモータコントロールユニット２２は、第１モータジェネレータMG1による回生制動力が、ドライバーの要求制動力に対して不足するときには、回生減速以外の制動手段による制動力である機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によって不足制動力を補償する。すなわち、このモータコントロールユニット２２は、制動力コントローラに相当する。

【００３２】

前記変速機コントロールユニット２３（略称：「TMCU」）は、所定の入力情報に基づいて各電動アクチュエータ３１,３２,３３（図２参照）へ電流指令を出力することにより、多段歯車変速機１の変速パターンを切り替える変速制御を行う。この変速制御では、係合クラッチC1,C2,C3を選択的に噛み合い締結/解放させ、複数対の歯車対から動力伝達に関与する歯車対を選択する。ここで、解放されている各係合クラッチC1,C2,C3の何れかを締結する変速要求時には、クラッチ入出力の差回転数を抑えて噛み合い締結を確保するために、第１モータジェネレータMG1又は第２モータジェネレータMG2の回転数FB制御（回転同期制御）を併用する。

【００３３】

前記エンジンコントロールユニット２４（略称：「ECU」）は、所定の入力情報に基づいてモータコントロールユニット２２や点火プラグや燃料噴射アクチュエータなどへ制御指令を出力することにより、内燃機関ICEの始動制御や内燃機関ICEの停止制御や燃料カット制御などを行う。

【００３４】

［変速制御系構成］

実施例１の多段歯車変速機１は、変速要素として、噛み合い締結による係合クラッチC1,C2,C3（ドグクラッチ）を採用することにより引き摺りを低減することで効率化を図った点を特徴とする。そして、係合クラッチC1,C2,C3のいずれかを噛み合い締結させる変速要求があると、クラッチ入出力の差回転数を、第１モータジェネレータMG1（係合クラッチC3の締結時）又は第２モータジェネレータMG2（係合クラッチC1,C2の締結時）により回転同期させ、同期判定回転数範囲内になると噛み合いストロークを開始することで実現している。また、締結されている係合クラッチC1,C2,C3のいずれかを解放させる変速要求があると、解放クラッチのクラッチ伝達トルクを低下させ、解放トルク判定値以下になると解放ストロークを開始することで実現している。以下、図２に基づき、多段歯車変速機１の変速制御系構成を説明する。

【００３５】

変速制御系は、図２に示すように、係合クラッチとして、第１係合クラッチC1と第２係合クラッチC2と第３係合クラッチC3を備えている。アクチュエータとして、C1,C2シフト動作用の第１電動アクチュエータ３１と、C1,C2セレクト動作用の第２電動アクチュエータ３２と、C3シフト動作用の第３電動アクチュエータ３３を備えている。そして、アクチ

ュエータ動作をクラッチ係合/解放動作に変換するシフト機構として、C1/C2セレクト動作機構４０と、C1シフト動作機構４１と、C2シフト動作機構４２と、C3シフト動作機構４３を備えている。さらに、第１電動アクチュエータ３１と第２電動アクチュエータ３２と第３電動アクチュエータ３３の制御手段として、変速機コントロールユニット２３を備えている。

【００３６】

前記第１係合クラッチC1と第２係合クラッチC2と第３係合クラッチC3は、ニュートラル位置（Ｎ：解放位置）と、左側締結位置（Left：左側クラッチ噛み合い締結位置）と、右側締結位置（Right：右側クラッチ噛み合い締結位置）と、を切り替えるドグクラッチである。各係合クラッチC1,C2,C3は何れも同じ構成であり、カップリングスリーブ５１,５２,５３と、左側ドグクラッチリング５４,５５,５６と、右側ドグクラッチリング５７,５８,５９と、を備える。

カップリングスリーブ５１,５２,５３は、第４軸１４,第１軸１１,第３軸１３に固定された図外のハブを介してスプライン結合により軸方向にストローク可能に設けられたもので、両側に平らな頂面によるドグ歯５１ａ,５１ｂ,５２ａ,５２ｂ,５３ａ,５３ｂを有する。さらに、カップリングスリーブ５１,５２,５３の周方向中央部にフォーク溝５１ｃ,５２ｃ,５３ｃを有する。

左側ドグクラッチリング５４,５５,５６は、各係合クラッチC1,C2,C3の左側遊転歯車である各歯車113,103,110のボス部に固定され、ドグ歯５１ａ,５２ａ,５３ａに対向する平らな頂面によるドグ歯５４ａ,５５ａ,５６ａを有する。

右側ドグクラッチリング５７,５８,５９は、各係合クラッチC1,C2,C3の右側遊転歯車である各歯車112,102,109のボス部に固定され、ドグ歯５１ｂ,５２ｂ,５３ｂに対向する平らな頂面によるドグ歯５７ｂ,５８ｂ,５９ｂを有する。

【００３７】

前記C1/C2セレクト動作機構４０は、第１電動アクチュエータ３１とC1シフト動作機構４１の連結を選択する第１位置と、第１電動アクチュエータ３１とC2シフト動作機構４２の連結を選択する第２位置と、を選択する機構である。

第１位置の選択時には、シフトロッド６２と第１係合クラッチC1のシフトロッド６４を連結すると共に、第２係合クラッチC2のシフトロッド６５をニュートラル位置にロックする。第２位置の選択時には、シフトロッド６２と第２係合クラッチC2のシフトロッド６５を連結すると共に、第１係合クラッチC1のシフトロッド６４をニュートラル位置にロックする。つまり、第１位置と第２位置のうち、一方の係合クラッチをシフト動作する位置を選択すると、他方の係合クラッチはニュートラル位置でロック固定する機構としている。

【００３８】

前記C1シフト動作機構４１とC2シフト動作機構４２とC3シフト動作機構４３は、第１,第３電動アクチュエータ３１,３３の回動動作を、カップリングスリーブ５１,５２,５３の軸方向ストローク動作に変換する機構である。各シフト動作機構４１,４２,４３は何れも同じ構成であり、回動リンク６１,６３と、シフトロッド６２,６４,６５,６６と、シフトフォーク６７,６８,６９と、を備える。

回動リンク６１,６３は、一端が第１,第３電動アクチュエータ３１,３３のアクチュエータ軸に設けられ、他端がシフトロッド６４（又はシフトロッド６５）,６６に相対変位可能に連結される。シフトロッド６４,６５,６６は、ロッド分割位置にスプリング６４ａ,６５ａ,６６ａが介装され、ロッド伝達力の大きさと方向に応じて伸縮可能とされている。シフトフォーク６７,６８,６９は、一端がシフトロッド６４,６５,６６に固定され、他端がカップリングスリーブ５１,５２,５３のフォーク溝５１ｃ,５２ｃ,５３ｃに配置される。

【００３９】

前記変速機コントロールユニット２３は、車速センサ７１、アクセル開度センサ７２、変速機出力軸回転数センサ７３、エンジン回転数センサ７４、MG1回転数センサ７５、MG2回転数センサ７６、インヒビタースイッチ７７、バッテリSOCセンサ７８、フットブレー

キセンサ７９等からのセンサ信号やスイッチ信号を入力する。なお、変速機出力軸回転数センサ７３は、第３軸１３の軸端部に設けられ、第３軸１３の軸回転数を検出する。
さらに、この変速機コントロールユニット２３は、カップリングスリーブ５１,５２,５３の位置によって決まる係合クラッチC1,C2,C3の噛み合い締結と解放を制御する位置サーボ制御部（例えば、PID制御による位置サーボ系）を備えている。この位置サーボ制御部は、第１スリーブ位置センサ８１、第２スリーブ位置センサ８２、第３スリーブ位置センサ８３からのセンサ信号を入力する。そして、各スリーブ位置センサ８１,８２,８３のセンサ値を読み込み、カップリングスリーブ５１,５２,５３の位置が噛み合いストロークによる締結位置又は解放位置になるように、電動アクチュエータ３１,３２,３３に電流を与える。即ち、カップリングスリーブ５１,５２,５３に溶接されたドグ歯と遊転歯車に溶接されたドグ歯との双方が噛合した噛み合い位置にある締結状態にすることで、遊転歯車を第４軸１４,第１軸１１,第３軸１３に駆動連結する。一方、カップリングスリーブ５１,５２,５３が、軸線方向へ変位することでカップリングスリーブ５１,５２,５３に溶接されたドグ歯と遊転歯車に溶接されたドグ歯が非噛み合い位置にある解放状態にすることで、遊転歯車を第４軸１４,第１軸１１,第３軸１３から切り離す。

【００４０】

［変速段構成］

実施例１の多段歯車変速機１は、流体継手などの回転差吸収要素を持たないことで動力伝達損失を低減すると共に、内燃機関ICEをモータアシストすることでICE変速段を減らし、コンパクト化（EV変速段:1-2速、ICE変速段:1-4速）を図った点を特徴とする。以下、図３及び図４に基づき、多段歯車変速機１の変速段構成を説明する。

【００４１】

変速段の考え方は、図３に示すように、車速VSPが所定車速VSP0以下の発進領域においては、多段歯車変速機１が発進要素（回転差吸収要素、滑り要素）を持たないため、「EVモード」でモータ駆動力のみによるモータ発進とする。そして、走行領域においては、図３に示すように、駆動力の要求が大きいとき、エンジン駆動力をモータ駆動力によりアシストする「パラレルHEVモード」により対応するという変速段の考え方を採る。つまり、車速VSPの上昇に従って、ICE変速段は、（ICE1st→）ICE2nd→ICE3rd→ICE4thへと変速段が移行し、EV変速段は、EV1st→EV2ndへと変速段が移行する。よって、図３に示す変速段の考え方に基づき、変速段を切り替える変速要求を出すための変速マップを作成する。

【００４２】

一方、係合クラッチC1,C2,C3を有する多段歯車変速機１により理論的に実現可能な全変速段は図４に示す通りである。なお、図４中の「Lock」は、変速段として成立しないインターロック変速段を表し、「EV-」は、第１モータジェネレータMG1が駆動輪１９に駆動連結されていない状態を表し、「ICE-」及び「ICEgen」は、内燃機関ICEが駆動輪１９に駆動連結されていない状態を表す。以下、各変速段について説明する。

【００４３】

第２係合クラッチC2が「Ｎ」で、第３係合クラッチC3が「Ｎ」のとき、第１係合クラッチC1の位置により次の変速段となる。第１係合クラッチC1が「Left」であれば「EV- ICEgen」、第１係合クラッチC1が「Ｎ」であれば「Neutral」、第１係合クラッチC1が「Right」であれば「EV- ICE3rd」である。
ここで、「EV- ICEgen」の変速段は、停車中、内燃機関ICEにより第１モータジェネレータMG1で発電するMG1アイドル発電時、又は、MG1発電にMG2発電を加えたダブルアイドル発電時に選択される変速段である。「Neutral」の変速段は、停車中、内燃機関ICEにより第２モータジェネレータMG2で発電するMG2アイドル発電時に選択される変速段である。「EV- ICE3rd」の変速段は、第１モータジェネレータMG1を停止して内燃機関ICEで３速ICE走行を行う「ICE走行モード」のときに選択される変速段である。

【００４４】

第２係合クラッチC2が「Ｎ」で、第３係合クラッチC3が「Left」のとき、第１係合クラッチC1の位置により次の変速段となる。第１係合クラッチC1が「Left」であれば「EV1st

ICE1st」、第１係合クラッチC1が「Ｎ」であれば「EV1st ICE-」、第１係合クラッチC1が「Right」であれば「EV1st ICE3rd」である。
ここで、「EV1st ICE-」の変速段は、内燃機関ICEを停止して第１モータジェネレータMG1で走行（回生）する「EVモード」のとき、又は、内燃機関ICEにより第２モータジェネレータMG2で発電しながら、第１モータジェネレータMG1で１速EV走行（回生）を行う「シリーズHEVモード」のときに選択される変速段である。
【００４５】
第２係合クラッチC2が「Left」で、第３係合クラッチC3が「Left」のとき、第１係合クラッチC1の位置が「Ｎ」であれば「EV1st ICE2nd」である。
【００４６】
第２係合クラッチC2が「Left」で、第３係合クラッチC3が「Ｎ」のとき、第１係合クラッチC1の位置により次の変速段となる。第１係合クラッチC1が「Left」であれば「EV1.5 ICE2nd」、第１係合クラッチC1が「Ｎ」であれば「EV- ICE2nd」である。
ここで、「EV- ICE2rd」の変速段は、第１モータジェネレータMG1を停止して内燃機関ICEで２速ICE走行を行う「ICE走行モード」のときに選択される変速段である。
【００４７】
第２係合クラッチC2が「Left」で、第３係合クラッチC3が「Right」のとき、第１係合クラッチC1の位置が「Ｎ」であれば「EV2nd ICE2nd」である。
【００４８】
第２係合クラッチC2が「Ｎ」で、第３係合クラッチC3が「Right」のとき、第１係合クラッチC1の位置により次の変速段となる。第１係合クラッチC1が「Left」であれば「EV2nd ICE3rd’」、第１係合クラッチC1が「Ｎ」であれば「EV2nd ICE-」、第１係合クラッチC1が「Right」であれば「EV2nd ICE3rd」である。
ここで、「EV2nd ICE-」の変速段は、内燃機関ICEを停止して第１モータジェネレータMG1で走行（回生）する「EVモード」のとき、又は、内燃機関ICEにより第２モータジェネレータMG2で発電しながら、第１モータジェネレータMG1で２速EV走行（回生）を行う「シリーズHEVモード」のときに選択される変速段である。
【００４９】
第２係合クラッチC2が「Right」で、第３係合クラッチC3が「Right」のとき、第１係合クラッチC1の位置が「Ｎ」であれば「EV2nd ICE4th」である。
【００５０】
第２係合クラッチC2が「Right」で、第３係合クラッチC3が「Ｎ」のとき、第１係合クラッチC1の位置により次の変速段となる。第１係合クラッチC1が「Left」であれば「EV2.5 ICE4th」、第１係合クラッチC1が「Ｎ」であれば「EV- ICE4th」である。
ここで、「EV- ICE4th」の変速段は、第１モータジェネレータMG1を停止して内燃機関ICEで４速ICE走行を行う「ICE走行モード」のときに選択される変速段である。
【００５１】
第２係合クラッチC2が「Right」で、第３係合クラッチC3が「Left」のとき、第１係合クラッチC1の位置が「Ｎ」であれば「EV1st ICE4th」である。
【００５２】
次に、係合クラッチC1,C2,C3の締結組み合わせによる上記全変速段から「通常時使用変速段」を分ける手法について説明する。
【００５３】
まず、全変速段から「インターロック変速段（図４のクロスハッチング）」と「シフト機構により選択できない変速段（図４の右上がりハッチング）」を除いた変速段を、多段歯車変速機１により実現可能な複数の変速段とする。ここで、シフト機構により選択できない変速段とは、第１係合クラッチC1が「Left」で、かつ、第２係合クラッチC2が「Left」である「EV1.5 ICE2nd」と、第１係合クラッチC1が「Left」で、かつ、第２係合クラッチC2が「Right」である「EV2.5 ICE4th」と、をいう。シフト機構により選択できない理由は、１つの第１電動アクチュエータ３１が、２つの係合クラッチC1,C2に対して兼用す

るシフトアクチュエータであり、かつ、C1/C2セレクト動作機構４０により片方の係合クラッチはニュートラルロックされることによる。

【００５４】

そして、多段歯車変速機１により実現可能な複数の変速段の中から「通常使わない変速段（図４の右下がりハッチング）」と「低SOCなどで使う変速段（図４の破線枠）」を除いた変速段を、「通常時使用変速段（図４の太線枠）」とする。ここで、「通常使わない変速段」とは、「EV2nd ICE3rd’」と「EV1st ICE4th」であり、「低SOCなどで使う変速段」とは、「EV- ICEgen」と「EV1st ICE1st」である。

【００５５】

よって、「通常時使用変速段」は、EV変速段（EV1st ICE-、EV2nd ICE-）と、ICE変速段（EV- ICE2nd、EV- ICE3rd、EV- ICE4th）と、組み合わせ変速段（EV1st ICE2nd、EV1st ICE3rd、EV2nd ICE2nd、EV2nd ICE3rd、EV2nd ICE4th）に、「Neutral」を加えることによって構成される。

【００５６】

［制動力制御処理構成］

図５は、実施例１にて実行される制動力制御処理の流れを示す。以下、制動力制御処理構成の一例をあらわす図５の各ステップについて説明する。

【００５７】

ステップＳ１では、ドライバーからの制動力要求が生じているか否かを判断する。YES（制動力要求あり）の場合はステップＳ２へ進み、NO（制動力要求なし）の場合はステップＳ１の判断を繰り返す。

ここで、「制動力要求あり」との判断は、アクセル足離し操作又はブレーキペダルの踏込操作が生じた場合に行う。

【００５８】

ステップＳ２では、ステップＳ１での制動力要求ありとの判断に続き、要求制動力の大きさを設定し、ステップＳ３へ進む。

ここで、アクセル足離し操作に基づく制動力要求時の要求制動力の大きさは、ドライバーがアクセル足離し操作を行った時に違和感を感じない大きさの制動力（いわゆるエンジンブレーキ程度の制動力）であり、予め設定した大きさとする。一方、ブレーキペダルの踏込操作に基づく制動力要求時の要求制動力の大きさは、ブレーキ踏力或いは、ブレーキストロークに応じて設定する。このブレーキ踏力及びブレーキストロークは、フットブレーキセンサ７９によって検出する。

【００５９】

ステップＳ３では、ステップＳ２での要求制動力の設定に続き、多段歯車変速機１の変速段が最ロー変速段であるか否かを判断する。YES（最ロー変速段）の場合はステップＳ４へ進み、NO（非最ロー変速段）の場合はステップＳ５へ進む。

ここで、実施例１のハイブリッド車両では、制動力要求時には内燃機関ICEを停止すると共に、第１モータジェネレータMG1によって回生を行う。このため、「最ロー変速段」とは「EV1st ICE-」の状態を指す。また、「非最ロー変速段」とは、「EV2nd ICE-」の状態を指す。

【００６０】

ステップＳ４では、ステップＳ３での最ロー変速段との判断に続き、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値を「最大回生制動力（MAX制動力）」に設定し、ステップＳ６へ進む。

ここで、「第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力」とは、第１モータジェネレータMG1の回生時に設定した回生トルクによって生じる制動力である。そして、「最大回生制動力（MAX制動力）」とは、第１モータジェネレータMG1において設定可能な最大回生トルクによって生じる制動力である。つまり、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値を「最大回生制動力（MAX制動力）」に設定するとは、第１モータジェネレータMG1による回生制動力を制限しないことであり、第１モータジ

ェネレータMG1の回生電力ができる限り多くなるように回生トルクを設定することができる。

【００６１】

ステップＳ５では、ステップＳ３での非最ロー変速段との判断に続き、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値を「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定し、ステップＳ６へ進む。

ここで、「第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力」とは、第１モータジェネレータMG1の回生時に設定した回生トルクによって生じる制動力である。そして、「制限時回生制動力（制限制動力）」とは、ダウンシフトを行った際、ドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさの制動力である。すなわち、「EV- ICE2nd」から「EV- ICE1st」へのダウンシフト時、第３係合クラッチC3は「Left」→「Ｎ」→「Right」へと変化する。このため、第１モータジェネレータMG1から駆動輪１９への動力伝達経路が切れ、ダウンシフト中に回生制動力抜けが生じて車両の制動力の変化（低下）が発生する。これに対し、ダウンシフト時にドライバーが違和感を感じることを防止するため、抜けてしまう回生制動力をドライバーが許容できる大きさに制限しておく必要がある。

つまり、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値を「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定するとは、第１モータジェネレータMG1による回生制動力が、最大でも、ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさに制限されることである。ダウンシフト前の回生制動力を、最大でも「ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量」と同等にすることで、ダウンシフト中に回生制動力抜けが生じても、ダウンシフト時の違和感発生を防止することができる。

【００６２】

ステップＳ６では、ステップＳ４又はステップＳ５での第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値の設定に続き、このステップＳ４又はステップＳ５にて設定した回生制動力の最大値が、ステップＳ２にて設定した要求制動力以上であるか否かを判断する。YES（回生制動力の最大値≧要求制動力）の場合にはステップＳ７へ進み、NO（回生制動力の最大値＜要求制動力）の場合にはステップＳ８へ進む。

【００６３】

ステップＳ７では、ステップＳ６での回生制動力の最大値≧要求制動力との判断に続き、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力のみで要求制動力を負荷することができるとして、この第１モータジェネレータMG1による回生制動力によって車両制動力を制御しながら回生減速を行い、ステップＳ９へ進む。

ここで、第１モータジェネレータMG1による回生制動力による車両制動力の制御は、車両の減速度変化が、要求制動力による減速度変化と一致するように目標回生トルクを設定することで行う。

【００６４】

ステップＳ８では、ステップＳ６での回生制動力の最大値＜要求制動力との判断に続き、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力のみでは要求制動力を負荷することができないとして、要求制動力に対して第１モータジェネレータMG1による回生制動力では不足する制動力（不足制動力）を機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によって補償することで車両制動力を制御しながら回生減速を行い、ステップＳ９へ進む。つまり、いわゆる回生協調制御（回生制動＋液圧制動）による車両制動力の制御を行う。

このとき、第１モータジェネレータMG1による回生制動力を、許容されている範囲で最大となるように制御し、不足する制動力を液圧制動力によって補償することで、できるだけ回生電力を回収する。

【００６５】

ステップＳ９では、ステップＳ７又はステップＳ８での回生減速に続き、回生減速に伴ってダウンシフト要求が発生したか否かを判断する。YES（ダウンシフト要求あり）の場

合にはステップＳ10へ進み、NO（ダウンシフト要求なし）の場合にはステップＳ11へ進む。
ここで、ダウンシフト要求は、シフトマップ（図６参照）上の回生領域（Driving Force がマイナスの領域：斜線で示す）に存在する運転点（マイナスのDriving Force＝要求制動力と、車速VSPにより決まる点）が、回生領域のＥＶ２から回生領域のＥＶ１へと移動したときに出力される。
【００６６】
ステップＳ10では、ステップＳ９でのダウンシフト要求ありとの判断に続き、多段歯車変速機１においてダウンシフトを実行し、ステップＳ11へ進む。
ここで、多段歯車変速機１の回生減速中のダウンシフトは、まず第１モータジェネレータMG1の目標回生トルクをゼロに設定し、第３係合クラッチC3における伝達トルクを低減する。そして、第３電動アクチュエータ３３によってシフトロッド６６を駆動し、カップリングスリーブ５３を解放ストロークさせて、ドグ歯５３ｂと右側ドグクラッチリング５９のドグ歯５９ｂとの噛み合いを解除させる。続いて、第１モータジェネレータMG1によって第１０歯車110を回転させ、この第１０歯車110に固定された左側ドグクラッチリング５６をカップリングスリーブ５３に回転同期させる。そして、左側ドグクラッチリング５６とカップリングスリーブ５３とが回転同期したら、第１モータジェネレータMG1の目標駆動トルクをゼロに設定し、第３係合クラッチC3における伝達トルクを低減する。そして、第３電動アクチュエータ３３によってシフトロッド６６を駆動し、カップリングスリーブ５３を締結ストロークさせて、ドグ歯５３ａと左側ドグクラッチリング５６のドグ歯５６ａとを噛み合わせる。第３係合クラッチC3の噛み合いが完了したら、第１モータジェネレータMG1の目標回生トルクを要求制動力に合わせて設定する。
【００６７】
ステップＳ11では、停車した又は再加速要求ありのいずれかであるか否か、を判断する。YES（停車又は再加速）の場合にはエンドへ進む。NO（非停車及び非再加速）の場合にはステップＳ２へ戻る。
ここで、「停車」の判断は、車速センサ７１によって検出された車速が、停車と判断できる所定値以下になったことで行う。また、「再加速」の判断は、アクセル開度センサ７２によって検出されたアクセル開度がゼロ以上になったことで行う。
【００６８】
次に、作用を説明する。
実施例１の車両の制動力制御装置における作用を、「最ロー変速段時回生減速作用」、「運転フィーリング悪化防止作用」、「協調制動作用」に分けて説明する。
【００６９】
［制動要求時車両制動作用］
図７は、ドライバーからの制動要求時に減速する際の車速・ＭＧ１回転数・車両制動力・要求制動力・ＭＧ１トルク・車両ブレーキ力・第３係合クラッチ状態の各特性を示すタイムチャートである。以下、図５に示すフローチャート及び図７に示すタイムチャートに基づき、制動要求時に減速する際の車両制動作用を説明する。
なお、「ＭＧ１回転数」とは、第１モータジェネレータMG1の出力回転数である。「車両制動力」とは、車両に作用する制動力である。この「車両制動力」が変化することで、車両に作用する減速度が変化する。「ＭＧ１トルク」とは、第１モータジェネレータMG1の出力トルクであり、プラス側が駆動トルクを示し、マイナス側が回生トルクを示す。「車両ブレーキ力」とは、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）である。
【００７０】
実施例１のハイブリッド車両において、多段歯車変速機１が「EV2nd ICE-」を選択しての走行中を考える。このとき、多段歯車変速機１では、第１,第２係合クラッチC1,C2が「Ｎ」で、第３係合クラッチC3が「Right」になっている。また、第１モータジェネレータMG1は力行状態であり、目標駆動力に応じた駆動トルクを出力している。
図７に示す時刻t_1時点にてブレーキペダルの踏込操作が行われると、図５に示すフロー

チャートにおいて、ステップＳ１→ステップＳ２へと進み、図示しないブレーキ踏力等に基づいてドライバーの要求制動力が設定される。

【００７１】

要求制動力が設定されたらステップＳ３へと進み、多段歯車変速機１が最ロー変速段（EV1st ICE-）であるか否かが判断される。時刻t_1時点では、多段歯車変速機１の変速段が「EV2nd ICE-」であるため、ステップＳ５へと進み、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値が「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定される。

すなわち、図８に示すように、第１モータジェネレータMG1の最大回生制動力（MAX制動力）は、車速に応じて決まっている。一方、「制限時回生制動力（制限制動力）」は、ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさの制動力として設定され、車速に拘らず一定値になっている。そして、多段歯車変速機１が「EV2nd ICE-」（図８では「ＥＶ２」）のときには、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値は、「制限制動力」に設定される。

【００７２】

このように、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値が「制限制動力」に設定されたら、この第１モータジェネレータMG1の回生トルクは、回生制動力が最大でも「制限制動力」となるように制限される。つまり、回生制動力はこの「制限制動力」までの範囲で制御される。

そして、ステップＳ６へと進んで、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値が要求制動力以上であるか否かを判断する。ここで、時刻t_1時点では、図８に示すように、回生制動力の最大値＜要求制動力となるため、ステップＳ８に進み、要求制動力に対して第１モータジェネレータMG1による回生制動力では不足する制動力（不足制動力）を、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によって補償しながら回生減速を行う。つまり、第１モータジェネレータMG1の回生トルクを制御して、回生制動力を最大で「制限制動力」に設定する一方、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）を、要求制動力から「制限制動力」を差し引いた「不足制動力」に設定する。これにより、車両制動力を要求制動力に追従させることができる。

【００７３】

その後、ステップＳ９へと進み、ダウンシフト要求や停車或いは再加速が生じなければ、ステップＳ２へと戻る。そして、第１モータジェネレータMG1による回生制動力を制限した状態で、回生協調制御による車両制動力の制御を行いつつ、減速していく。

【００７４】

時刻t_2時点において、シフトマップ（図６参照）上の運転点が、回生領域のＥＶ２から回生領域のＥＶ１へと移動し、ダウンシフト要求が出力されたら、ステップＳ９→ステップS10へと進み、多段歯車変速機１においてダウンシフトを実行する。

すなわち、まず第１モータジェネレータMG1の回生トルクを低減する。時刻t_3時点で第１モータジェネレータMG1の回生トルクがゼロになったら、カップリングスリーブ５３の解放ストロークを開始する。時刻t_4時点で、カップリングスリーブ５３と右側ドグクラッチリング５９との噛み合いが解除され、第３係合クラッチC3が「Ｎ」状態になったら、第１モータジェネレータMG1の回転数を上昇して左側ドグクラッチリング５６をカップリングスリーブ５３に回転同期させる。なお、このとき、第３係合クラッチC3を介して第１モータジェネレータMG1から駆動輪１９へと繋がる動力伝達経路が遮断される。また、このときには、第１モータジェネレータMG1からは回転数制御を行うための駆動トルクが出力される。

【００７５】

そして、左側ドグクラッチリング５６とカップリングスリーブ５３とが回転同期することが分かったら、第１モータジェネレータMG1の駆動トルクを低減していく。時刻t_5時点で第１モータジェネレータMG1の駆動トルクがゼロになったら、カップリングスリーブ５３を締結ストロークさせて、カップリングスリーブ５３と左側ドグクラッチリング５６と

を噛み合わせていく。

【００７６】

時刻t_6時点で第３係合クラッチC3の噛み合いが完了し、第３係合クラッチC3が「Left」状態になったら、多段歯車変速機１が「EV1st ICE-」を選択した状態になる。

これにより、ステップＳ３→ステップＳ４へと進み、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値が「最大回生制動力（MAX制動力）」に設定される。

すなわち、図８に示すように、多段歯車変速機１が「EV1st ICE-」（図８では「ＥＶ１」）のときには、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値と、第１モータジェネレータMG1おいて設定可能な最大回生トルクによって生じる制動力（MAX制動力）とが同一となるように設定され、第１モータジェネレータMG1による回生制動力は、「最大回生制動力（MAX制動力）」に対して制限されることはない。

【００７７】

そして、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値が「MAX制動力」に設定されたら、ステップＳ６へと進んで、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値が要求制動力以上であるか否かを判断する。ここで、時刻t_6時点では、図８に示すように、回生制動力の最大値≧要求制動力であるため、ステップＳ７へと進み、第１モータジェネレータMG1による回生制動力のみで要求制動力を負荷し、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）をゼロに設定した上で回生減速を行う。

つまり、時刻t_7以降、第１モータジェネレータMG1による回生制動力が「要求制動力」になるように回生トルクを制御し、これにより、車両制動力を要求制動力に追従させていく。

【００７８】

その後、ステップＳ９へと進み、ダウンシフト要求が生じたか否かを判断する。ここで、すでに多段歯車変速機１は最ロー変速段（EV1st ICE-）であるので、ダウンシフト要求は発生し得ない。そして、ステップＳ11へと進んで、停車又は再加速要求が生じたか否かを判断する。

再加速要求が生じた場合にはエンドへ進み、この制動力制御処理は終了する。このとき、多段歯車変速機１の変速段は、最ロー変速段（EV1st ICE-）であるため、要求駆動力が大きくてもダウンシフトを不要とすることができ、要求駆動力を速やかに出力することができる。つまり、この実施例１では、減速に伴うダウンシフトの実行を禁止していないため、再加速時の駆動力発生の遅れを防止することができる。

【００７９】

また、この実施例１では、多段歯車変速機１は最ロー変速段（EV1st ICE-）のときには、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値が「最大回生制動力（MAX制動力）」に設定され、第１モータジェネレータMG1による回生制動力が、この「最大回生制動力（MAX制動力）」に対して制限されない。そのため、多段歯車変速機１が最ロー変速段（EV1st ICE-）のときは、第１モータジェネレータMG1によって回生できる最大の回生電力を回収することができ、この結果、回生電力の低減を防止することができる。

【００８０】

［運転フィーリング悪化防止作用］

実施例1の多段歯車変速機１は、回生減速に伴ってダウンシフトを実行する際、図７に示すように、変速中に第３係合クラッチC3を「Ｎ」状態にする必要がある。このため、ダウンシフト中に第１モータジェネレータMG1から駆動輪１９への動力伝達経路が切れる。そして、動力伝達経路が切れると、第１モータジェネレータMG1によって生じる回生制動力を駆動輪１９に作用させることができなくなる。そのため、回生制動力分の制動力抜けが生じ、車両制動力が低下する。

【００８１】

これに対し、実施例１の制動力制御装置では、多段歯車変速機１の変速段が非最ロー変

速段（EV2nd ICE-）のときには、第１モータジェネレータMG1によって生じさせることができる回生制動力の最大値が「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定される。
そのため、ダウンシフトの実行により第１モータジェネレータMG1の回生トルクをゼロにした後、第３係合クラッチC3を「Ｎ」にして第１モータジェネレータMG1から駆動輪１９への動力伝達経路が切れたことで、制動力抜けが発生して車両制動力が低下しても、この低下する制動力をドライバーが許容できる大きさにすることができる。

【００８２】

すなわち、ダウンシフト時に抜けてしまう制動力は、回生制動力分である。機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）については変動しない。そのため、この回生制動力をダウンシフト前から「最大回生制動力（MAX制動力）」に対して制限し、「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定しておくことで、ダウンシフト時にこの回生制動力が抜けても、車両の減速度変化に対してドライバーが違和感を感じることを防止できる。

【００８３】

さらに、第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値を「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定した場合であっても、回生すること自体を制限するものではない。つまり、多段歯車変速機１の変速段が非最ロー変速段（EV2nd ICE-）のときには、ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさ分の回生電力を回収することができる。そのため、回生電力の低減をさらに防止することができる。

【００８４】

そして、図９に示すように、多段歯車変速機１の変速段が非最ロー変速段（EV2nd ICE-）のときに、要求制動力が「制限時回生制動力（制限制動力）」以下であれば、図５に示すフローチャートにおいて、ステップＳ３→ステップＳ５→ステップＳ６→ステップＳ７へと進む。
そのため、回生制動力のみよって要求制動力を負荷ながら回生減速するため、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）を用いることなく要求制動力を負荷することができ、違和感のない運転フィーリングを得ることができる。

【００８５】

特に、ダウンシフトに伴って回生制動力が抜ける分、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）を増加することが、ドライバーの違和感なく行うことが難しい車両であっても、非最ロー変速段のときの第１モータジェネレータMG1による回生制動力を制限することで、運転フィーリングの違和感発生を防止することができる。

【００８６】

［協調制動作用］

実施例１では、回生減速時、要求制動力に対して第１モータジェネレータMG1による回生制動力の最大値が不足する場合（回生制動力の最大値＜要求制動力）には、不足する制動力（不足制動力）を、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によって補償する。

【００８７】

すなわち、上述のように、多段歯車変速機１の変速段が非最ロー変速段（EV2nd ICE-）であって、回生制動力の最大値が「制限時回生制動力（制限制動力）」に設定されたときに、回生制動力の最大値＜要求制動力であれば、図５に示すフローチャートにおいて、ステップＳ３→ステップＳ５→ステップＳ６→ステップＳ８へと進む。
そして、図８に示す「不足制動力」を、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によって補償し、この液圧制動力と回生制動力によって要求制動力を負荷するように制御しつつ、回生減速を行う。これにより、要求制動力を満足させることができる。

【００８８】

また、図１０に示すように、多段歯車変速機１の変速段が最ロー変速段（EV1st ICE-）であって、回生制動力の最大値が「最大回生制動力（MAX制動力）」に設定されたときであっても、回生制動力の最大値＜要求制動力となったときには、ステップＳ３→ステップＳ４→ステップＳ６→ステップＳ８へと進む。
そして、図１０に示す「不足制動力」を、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）によ

って補償し、この液圧制動力と回生制動力によって要求制動力を負荷するように制御しつつ、回生減速を行う。これにより、要求制動力を満足させることができる。

【００８９】

次に、効果を説明する。

実施例１の電動車両の制動力制御装置にあっては、下記に列挙する効果が得られる。

【００９０】

(1) 動力源となるモータジェネレータ（第１モータジェネレータMG1）から駆動輪１９までの動力伝達経路に、複数の変速段を実現する変速機（多段歯車変速機１）が搭載されると共に、前記モータジェネレータ（第１モータジェネレータMG1）の最大回生制動力（MAX制動力）までの範囲内で、要求制動力に応じて前記モータジェネレータ（第１モータジェネレータMG1）の回生制動力を制御して回生減速を行う制動力コントローラ（モータコントロールユニット２２）を備えた電動車両において、

前記変速機（多段歯車変速機１）は、前記回生減速に伴ってダウンシフトを行うと共に前記ダウンシフト時に前記動力伝達経路を切り、

前記制動力コントローラ（モータコントロールユニット２２）は、前記回生減速中に前記変速機（多段歯車変速機１）の変速段が最ロー変速段（EV1st ICE-）のとき、前記モータジェネレータ（第１モータジェネレータMG1）による回生制動力の最大値を、前記最大回生制動力（MAX制動力）に対して制限しない構成とした。

このため、再加速時の駆動力発生の遅れを防止しつつ、回生電力の低減防止を達成することができる。

【００９１】

(2) 前記制動力コントローラ（モータコントロールユニット２２）は、前記回生減速中に前記変速機（多段歯車変速機１）の変速段が非最ロー変速段（EV2nd ICE-）のとき、前記回生制動力の最大値を、前記最大回生制動力（MAX制動力）に対して制限し、ダウンシフト時にドライバーが許容可能な車両の制動力変化量と同等の大きさに設定する構成とした。

このため、(1)の効果に加え、ダウンシフト時に回生制動力が抜けても、違和感のない運転フィーリングを得ることができる。

【００９２】

(3) 前記制動力コントローラ（モータコントロールユニット２２）は、前記モータジェネレータ（第１モータジェネレータMG1）の回生制動力の最大値が、前記要求制動力に対して不足するとき、前記回生減速以外の制動手段（液圧制動力）による制動力によって不足制動力を補償する構成とした。

このため、(1)又は(2)の効果に加え、回生電力を回収しつつ、要求制動力を満足させることができる。

【００９３】

以上、本発明の電動車両の制動力制御装置を実施例１に基づき説明してきたが、具体的な構成については、この実施例１に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加などは許容される。

【００９４】

実施例１では、本発明の制動力制御装置を、駆動系構成要素として、１つの内燃機関（エンジン）と、２つのモータジェネレータと、３つの係合クラッチを有する多段歯車変速機と、を備えたハイブリッド車両に適用する例を示した。しかし、本発明の制動力制御装置は、例えば、エンジンとモータを一つずつ搭載したハイブリット車両に適用することができるのはもちろん、モータジェネレータのみを動力源とする電気自動車や、燃料電池車であっても適用することができる。

【００９５】

また、実施例１では、変速機である多段歯車変速機１が、ドグクラッチからなる第３係合クラッチC3を有することで、ダウンシフト時に動力伝達経路を切る構成とする例を示したが、これに限らない。ダウンシフト時に動力伝達経路が切れる構造であれば、他のクラ

ッチ機構を用いてもよい。

【００９６】

さらに、この実施例１では、回生減速以外の制動手段による制動力として、機械制動による摩擦トルク（液圧制動力）を用いる例を示したが、これに限らない。例えば、第１係合クラッチC1や第２係合クラッチC2を噛み合い締結し、内燃機関ICEを駆動輪１９への動力伝達経路に接続し、この内燃機関ICEのフリクションによる制動力を回生減速以外の制動手段による制動力としてもよい。

【符号の説明】

【００９７】

ICE　内燃機関

MG1　第１モータジェネレータ（モータジェネレータ）

MG2　第２モータジェネレータ

C1　第１係合クラッチ

C2　第２係合クラッチ

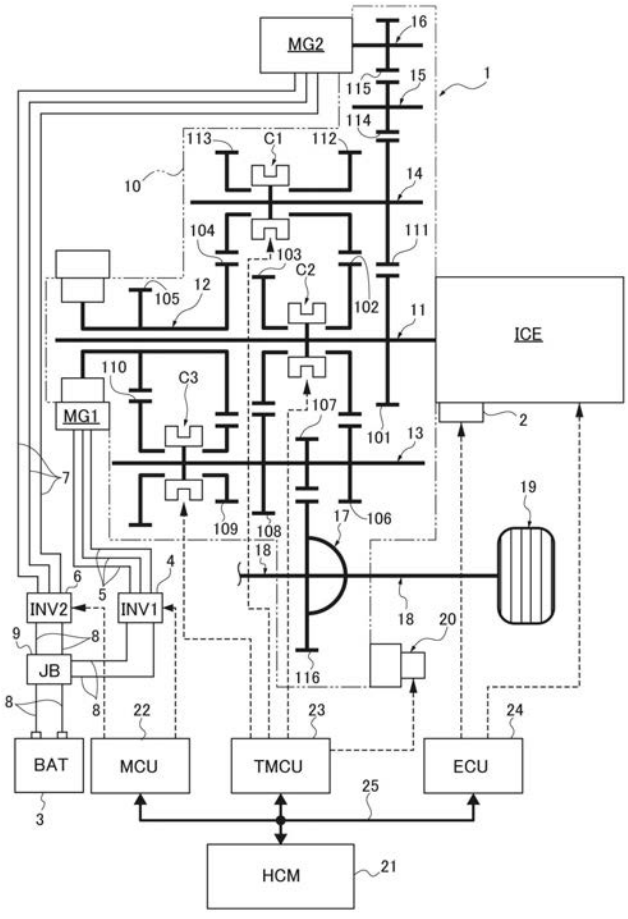
C3　第３係合クラッチ（変速要素）

１　多段歯車変速機（変速機）

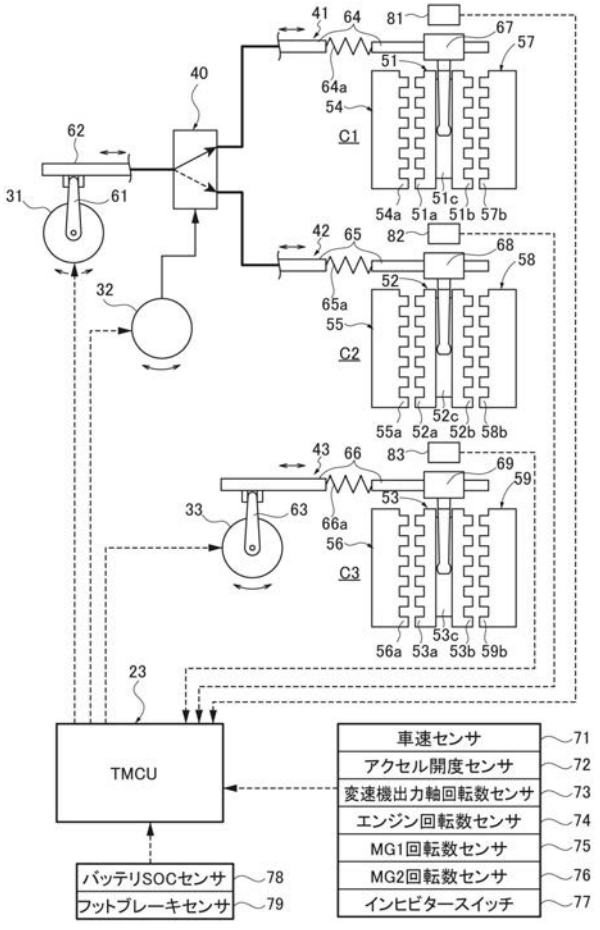
１９　駆動輪

２２　モータコントロールユニット（制動力コントローラ）

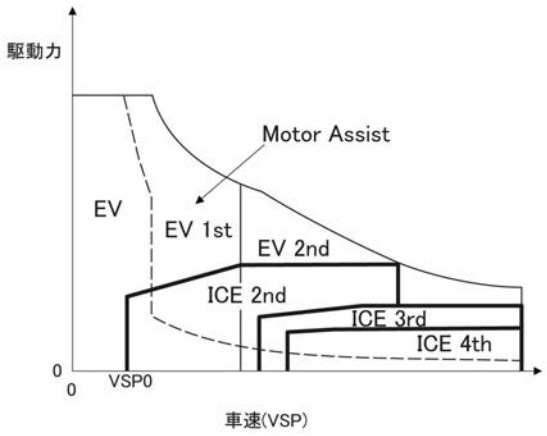
【図１】



【図２】



【図３】



【図４】

締結表

C2	C3	C1 Left	C1 N	C1 Right
N	N	EV－ ICEgen	Neutral	EV－ ICE 3rd
	Left	EV 1st ICE 1st	EV 1st ICE－	EV 1st ICE 3rd
Left		Lock	EV 1st ICE 2nd	Lock
	N	EV 1.5 ICE 2nd	EV－ ICE 2nd	Lock
	Right	Lock	EV 2nd ICE 2nd	Lock
N		EV 2nd ICE 3rd'	EV 2nd ICE－	EV 2nd ICE 3rd
Right		Lock	EV 2nd ICE 4th	Lock
	N	EV 2.5 ICE 4th	EV－ ICE 4th	Lock
	Left	Lock	EV 1st ICE 4th	Lock

：通常時使用変速段

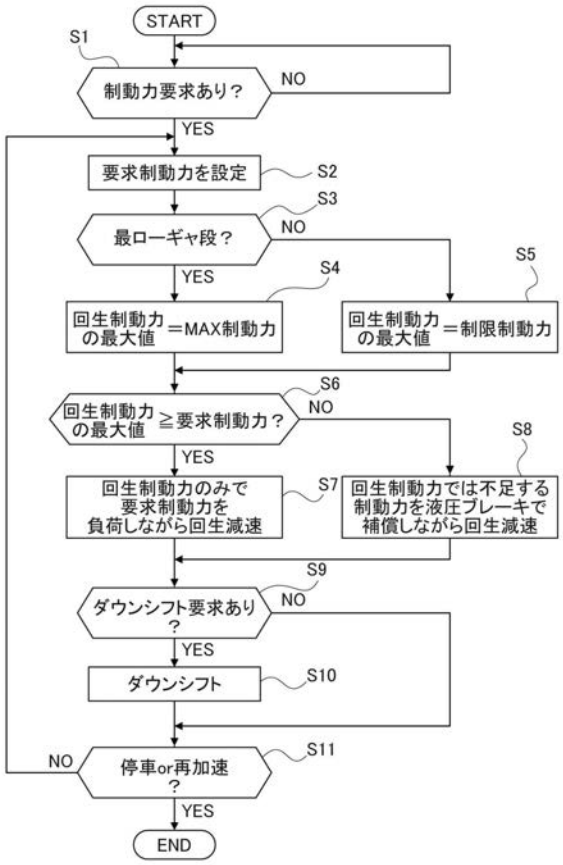
：低SOC等で使う変速段

：シフト機構で選択できない変速段

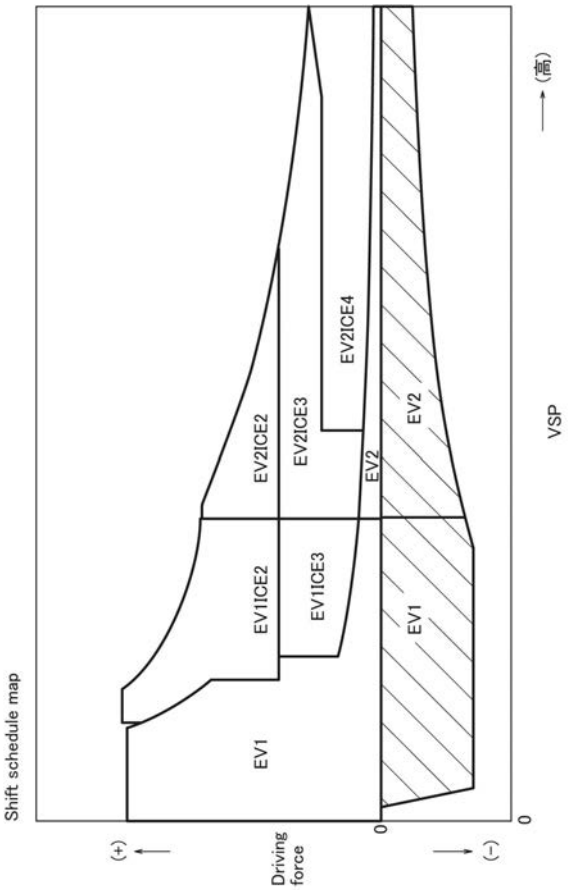
：通常使わない変速段

：インターロックにより選択できない変速段

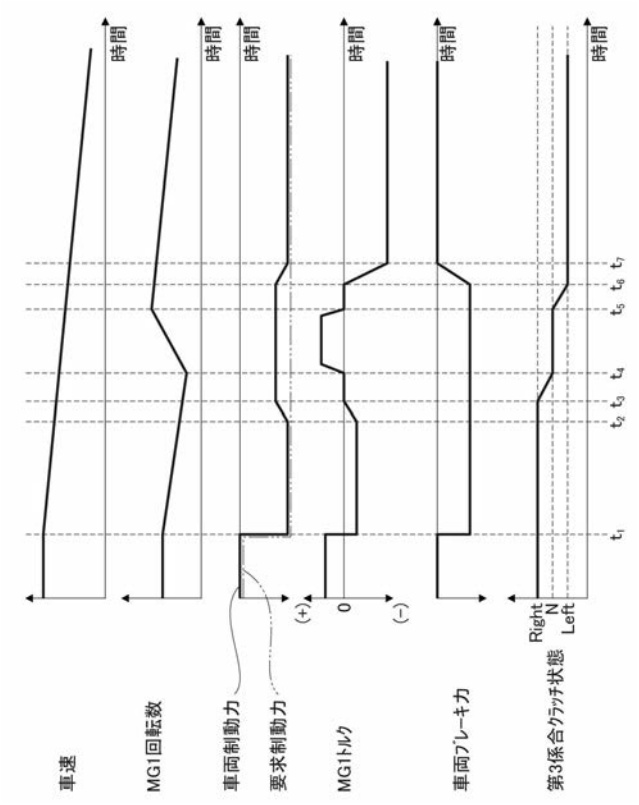
【図５】



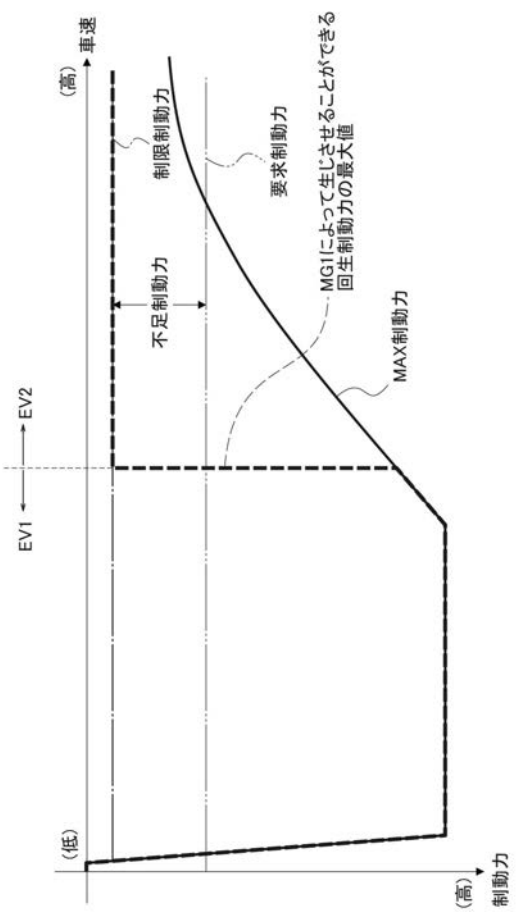
【図６】



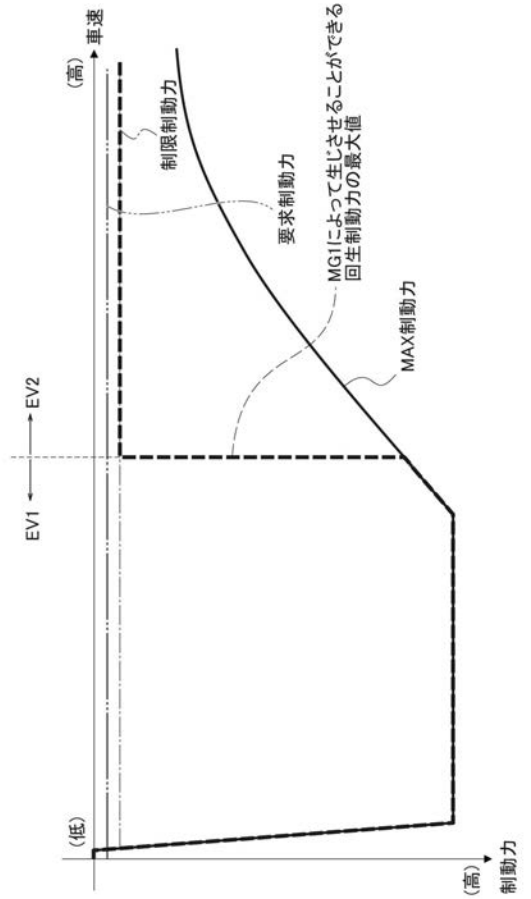
【図７】


車速
MG1回転数
車両制動力
要求制動力
MG1トルク
車両ブレーキ力
第3係合クラッチ状態
時間
(+)
0
(−)
Right
N
Left
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7

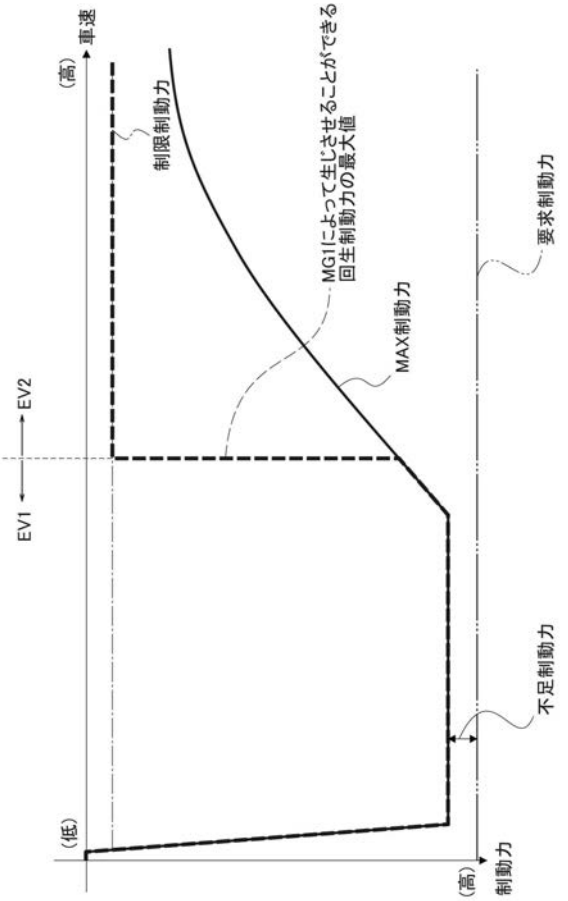
【図８】


車速
(高)
(低)
制限制動力
要求制動力
不足制動力
MG1によって生じさせることができる
回生制動力の最大値
MAX制動力
EV1
EV2
制動力
(高)

【図９】


車速
(高)
(低)
制限制動力
要求制動力
MG1によって生じさせることができる
回生制動力の最大値
MAX制動力
EV1
EV2
制動力
(高)

【図１０】


車速
(高)
(低)
制限制動力
MG1によって生じさせることができる
回生制動力の最大値
MAX制動力
要求制動力
不足制動力
EV1
EV2
制動力
(高)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｂ６０Ｗ 10/10	*(2012.01)*	Ｂ６０Ｋ 6/50		
Ｂ６０Ｋ 6/50	*(2007.10)*	Ｂ６０Ｌ 7/24	D	
Ｂ６０Ｌ 7/24	*(2006.01)*	Ｂ６０Ｌ 11/14		
Ｂ６０Ｌ 11/14	*(2006.01)*	Ｂ６０Ｔ 8/17	C	
Ｂ６０Ｔ 8/17	*(2006.01)*	Ｆ１６Ｈ 59/54		
Ｆ１６Ｈ 59/54	*(2006.01)*	Ｆ１６Ｈ 61/02		
Ｆ１６Ｈ 61/02	*(2006.01)*	Ｆ１６Ｈ 63/50		
Ｆ１６Ｈ 63/50	*(2006.01)*			

Ｆターム(参考) 3J552 MA04 NA01 NB05 NB08 PA20 PA32 RA09 RB20 SA26 SB10
SB20 UA07 VA74W VD13W
5H125 AA01 AC08 AC12 BE05 CB02 CB07 EE42 EE44