(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5344090号
(P5344090)

(45)発行日　平成25年11月20日(2013.11.20)　(24)登録日　平成25年8月23日(2013.8.23)

(51)Int.Cl.		F I		
H02P 9/04	(2006.01)	H02P	9/04	M
B60L 11/18	(2006.01)	B60L	11/18	A
B60L 7/18	(2006.01)	B60L	7/18	
B60L 1/00	(2006.01)	B60L	1/00	L
H02J 7/14	(2006.01)	H02J	7/14	H

請求項の数 6　(全 16 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-517940 (P2012-517940)
(86)(22)出願日　平成23年2月17日 (2011.2.17)
(86)国際出願番号　PCT/JP2011/053385
(87)国際公開番号　WO2012/111128
(87)国際公開日　平成24年8月23日 (2012.8.23)
審査請求日　平成24年4月6日 (2012.4.6)

(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
(74)代理人　100100549
弁理士　川口　嘉之
(74)代理人　100085006
弁理士　世良　和信
(74)代理人　100113608
弁理士　平川　明
(74)代理人　100123319
弁理士　関根　武彦
(74)代理人　100123098
弁理士　今堀　克彦
(74)代理人　100143797
弁理士　宮下　文徳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車両の回生制御システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
低電圧バッテリを含む低電圧系回路と、
前記低電圧バッテリより定格電圧が高い高電圧バッテリを含む高電圧系回路と、
車両の運動エネルギを利用して、前記低電圧系回路に適した低電圧の電気エネルギ又は前記高電圧系回路に適した高電圧の電気エネルギを発電する発電ユニットと、
車両が減速走行状態にあるときに、発電電圧を前記低電圧と前記高電圧とに交互に切り替えつつ発電が行われるように前記発電ユニットを制御するとともに、前記低電圧の電気エネルギが発電される時間と前記高電圧の電気エネルギが発電される時間との比率をデューティ制御する制御手段と、
を備える車両の回生制御システム。
【請求項２】
請求項１において、車両に要求される減速度にしたがって、前記発電ユニットが前記低電圧の電気エネルギを発電する時間と前記高電圧の電気エネルギを発電する時間との比率を決定する決定手段を更に備え、
前記制御手段は、前記決定手段により決定された比率にしたがって、前記発電ユニットの発電電圧をデューティ制御する車両の回生制御システム。
【請求項３】
請求項２において、前記制御手段は、前記発電ユニットの発電電圧が切り替わる際に前記発電ユニットによる発電を一旦停止させる車両の回生制御システム。

【請求項４】
請求項２または３において、前記制御手段は、前記低電圧バッテリ又は前記高電圧バッテリの充電量が上限値に達している場合は、前記低電圧系回路又は前記高電圧系回路に含まれる電気負荷の消費電力を増加させる車両の回生制御システム。
【請求項５】
請求項２乃至４の何れか１項において、前記制御手段は、前記高電圧の電気エネルギを発電する時間の割合が１００％を超える場合は、前記発電ユニットの発電電圧を前記高電圧より高くする車両の回生制御システム。
【請求項６】
請求項２乃至５の何れか１項において、前記制御手段は、前記高電圧の電気エネルギを発電する時間の割合が０％を下回る場合は、前記発電ユニットの発電電圧を前記低電圧より低くする車両の回生制御システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車両の減速走行時に、該車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生させる技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、定格電圧が相異する複数のバッテリを搭載した車両が提案されている。このような車両では、発電機の発電電圧を切り替える際に、発電機の駆動トルクが変化するため、振動や騒音が発生する可能性があった。これに対し、高電圧バッテリの充電時に発電機の発電動作を断続的に停止させることにより、低電圧バッテリの充電時における駆動トルクと高電圧バッテリの充電時における駆動トルクとの差を縮小させる技術が提案されている（たとえば、特許文献１を参照）。
【０００３】
特許文献２には、定格電圧が相異する低電圧バッテリと高電圧バッテリとを搭載した車両において、低電圧バッテリと高電圧バッテリを交互に充電する技術について述べられている。
【０００４】
特許文献３には、直列接続される複数のセルにより構成されるリチウムイオンバッテリの何れかのセルに過電圧が発生した場合に、リチウムイオンバッテリの充電電圧を規定値より低下させる技術について述べられている。
【０００５】
特許文献４には、内燃機関と電動機を原動機として搭載したハイブリット車両の回生制動時において、バッテリに充電しきれない余剰電力を複数の電気負荷へ選択的に供給する技術について述べられている。
【０００６】
特許文献５には、発電機の出力を低電圧系の蓄電池と高電圧系の電気負荷とに振り分ける切り替える切替スイッチを備えた車両において、切替スイッチの切り替えを行うときに発電機の出力電圧を一旦低下させる技術について述べられている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【特許文献１】特開２００２－１３５９９３号公報
【特許文献２】特開２０００－１８４６１３号公報
【特許文献３】特開２００７－０１８８７１号公報
【特許文献４】特開２００６－１７４５４３号公報
【特許文献５】特開平０９－０７４６９３号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
ところで、車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生させて低電圧バッテリと高電圧バッテリを交互に充電する場合において、高電圧バッテリの充電時に発電機の発電動作が断続的に停止されると、高電圧バッテリの充電量が減少したり、電気エネルギへ回生される運動エネルギが減少したりする可能性がある。
【０００９】
本発明は、上記したような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、車両の減速走行時に該車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生し、回生された電気エネルギを低電圧系回路と高電圧系回路へ交互に供給する車両の回生制御システムにおいて、発電電圧の変化に伴う回生制動力の変動を抑えつつ回生率を高めることができる技術の提供にある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明は、上記した課題を解決するために、以下のような手段を採用した。すなわち、本発明の車両の回生制御システムは、
低電圧バッテリを含む低電圧系回路と、
前記低電圧バッテリより定格電圧が高い高電圧バッテリを含む高電圧系回路と、
車両の運動エネルギを利用して、前記低電圧系回路に適した低電圧の電気エネルギ又は前記高電圧系回路に適した高電圧の電気エネルギを発電する発電ユニットと、
車両が減速走行状態にあるときに、前記低電圧の電気エネルギと前記高電圧の電気エネルギとを交互に発電するように前記発電ユニットを制御するとともに、前記低電圧の電気エネルギが発電される時間と前記高電圧の電気エネルギが発電される時間との比率をデューティ制御する制御手段と、
を備えるようにした。
【００１１】
かかる構成において、減速走行状態にある車両の運動エネルギを電気エネルギに変換（回生）する場合に、発電ユニットは低電圧の電気エネルギ（以下、「低電圧エネルギ」と称する）と高電圧の電気エネルギ（以下、「高電圧エネルギ」と称する）とを交互に発電する。すなわち、発電ユニットは、発電電圧を低電圧と高電圧とに交互に切り替えながら連続的に発電を行う。その際、発電ユニットが低電圧エネルギを発電する時間と高電圧エネルギを発電する時間との和（デューティ制御の周期）は、回生制動力の大きさが略一定であると乗員が感じる程度に短い周期に設定されるものとする。
【００１２】
このように回生制動時の発電電圧が制御されると、発電電圧の切り替えに伴う回生制動力の変化を抑えつつ、車両の運動エネルギから回生された電気エネルギを低電圧系回路と高電圧系回路の双方へ供給することが可能になる。また、発電ユニットの発電動作を断続的に停止させる必要もないため、運動エネルギの回生量を可及的に多くすることができる。さらに、低電圧エネルギの発電時間と高電圧エネルギの発電時間との比率を任意に設定することができるため、１回の減速走行において低電圧系回路と高電圧系回路の双方へ所望量の電気エネルギを供給することも可能になる。
【００１３】
したがって、本発明によれば、車両の減速走行時に該車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生し、回生された電気エネルギを低電圧系回路と高電圧系回路へ交互に供給する車両の回生制御システムにおいて、発電電圧の変化に伴う回生制動力の変動を抑えつつ回生率を高めることができる。
【００１４】
本発明にかかる車両の回生制御システムは、車両に要求される減速度にしたがって、前記発電ユニットが前記低電圧の電気エネルギを発電する時間と前記高電圧の電気エネルギを発電する時間との比率を決定する決定手段を更に備えるようにしてもよい。その場合、制御手段は、前記決定手段により決定された比率にしたがって、前記発電ユニットの発電

電圧をデューティ制御すればよい。

【００１５】

かかる構成において、発電ユニットが低電圧エネルギを発電する時間と高電圧エネルギを発電する時間との比率は車両の要求減速度に応じて決定されるため、回生制動力が要求減速度に適した大きさになる。たとえば、要求減速度が高い場合は低い場合に比して、高電圧エネルギの発電時間を長くするとともに、低電圧エネルギの発電時間を短くすればよい。

【００１６】

このように回生制動時の発電電圧が制御されると、車両の運動エネルギから回生された電気エネルギを低電圧系回路と高電圧系回路の双方へ供給することが可能になる。さらに、発電ユニットの発電動作を断続的に停止させる必要もないため、運動エネルギの回生量を可及的に多くすることができる。

【００１７】

したがって、本発明によれば、車両の減速走行時に該車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生し、回生された電気エネルギを低電圧系回路と高電圧系回路へ交互に供給する車両の回生制御システムにおいて、発電電圧の変化に伴う制動力の変動を抑えつつ回生率を高めることができる。

【００１８】

本発明に係わる制御手段は、発電ユニットの発電電圧を変更する際に発電ユニットの発電を一旦停止させるようにしてもよい。たとえば、制御手段は、発電ユニットに印加されるフィールド電流を一旦停止させるようにしてもよい。その際の停止期間は、発電ユニットの発電電圧が零に低下するほど長くする必要はなく、発電電圧が低電圧より低い電圧に低下する程度の短い期間で足りる。

【００１９】

このような制御によれば、発電電圧の切り替え時に発電ユニットなどの電気部品に過電圧が作用する事態を回避することができる。その結果、発電ユニットなどの耐久性低下を抑制することが可能になる。

【００２０】

本発明に係わる制御手段は、前記低電圧バッテリ又は前記高電圧バッテリの充電量が上限値に達している場合は、前記低電圧系回路又は前記高電圧系回路に含まれる電気負荷の消費電力を増加させるようにしてもよい。

【００２１】

低電圧バッテリ又は高電圧バッテリの充電量が上限値に達している場合に、前記発電ユニットにより回生された電気エネルギが低電圧バッテリ又は高電圧バッテリに供給されると、低電圧バッテリ又は高電圧バッテリが過充電状態に陥る可能性がある。これに対し、デューティ制御の周期において低電圧発電時間又は高電圧発電時間が占める割合を低下させることにより、低電圧バッテリ又は高電圧バッテリの過充電を抑制する方法も考えられる。その場合は、回生制動力の大きさが要求減速度に不適当な大きさとなり、乗員に違和感を与える可能性がある。

【００２２】

そこで、低電圧バッテリ又は高電圧バッテリの充電量が上限値に達しているときに、低電圧系回路又は高電圧系回路に含まれる電気負荷の消費電力が増加させられると、回生制動力の大きさを要求減速度に適した大きさに保ちつつ、低電圧バッテリ又は高電圧バッテリの過充電を回避することが可能になる。

【００２３】

なお、車両の要求減速度に基づいて、発電ユニットが低電圧エネルギを発電する時間と高電圧エネルギを発電する時間との比率が決定されると、デューティ制御の周期において前記高電圧の電気エネルギを発電する時間の割合が１００％を超える場合や０％を下回る場合が発生し得る。そのような場合に、発電ユニットの発電電圧が前記した高電圧や低電圧に固定されると、回生制動力の大きさが要求減速度に対して不適当な大きさになる可能

性がある。
【００２４】
そこで、本発明の制御手段は、前記高電圧の電気エネルギを発電する時間の割合が１００％を超える場合は、発電ユニットの発電電圧を前記高電圧より高くしてもよい。その場合、車両の要求減速度に対して回生制動力の大きさが過少となる事態を回避することができる。また、本発明の制御手段は、前記高電圧の電気エネルギを発電する時間の割合が０％を下回る場合は、発電ユニットの発電電圧を前記低電圧より低くしてもよい。その場合、車両の要求減速度に対して回生制動力の大きさが過大となる事態を回避することができる。
【発明の効果】
【００２５】
本発明によれば、車両の減速走行時に該車両の運動エネルギを電気エネルギへ回生し、回生された電気エネルギを低電圧系バッテリと高電圧系バッテリに交互に充電させる車両の回生制御システムにおいて、発電電圧の変化に伴うトルク変動を抑えつつ、回生効率を高めることができる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】本発明を適用する車両の概略構成を示す図である。
【図２】電気系回路の構成を模式的に示す図である。
【図３】第１の実施例における回生制御の実行方法を示すタイミングチャートである。
【図４】高電圧バッテリの充電状態（ＳＯＣ）と温度と充電可能電力との関係を示す図である。
【図５】要求減速度が高い場合における回生制御の実行方法を示すタイミングチャートである。
【図６】第１の実施例においてＥＣＵが回生制御を実施する際に実行する制御ルーチンを示すフローチャートである。
【図７】デューティ比γが１００％を超える場合におけるデューティ比γと発電電圧との関係を示す図である。
【図８】デューティ比γが０％を下回る場合におけるデューティ比γと発電電圧との関係を示す図である。
【図９】第２の実施例における回生制御の実行方法を示すタイミングチャートである。
【図１０】第３の実施例においてＥＣＵが回生制御を実施する際に実行する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】
【００２７】
以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。
【００２８】
＜実施例１＞
先ず、本発明の第１の実施例について図１乃至図８に基づいて説明する。図１は、本発明を適用する車両の概略構成を示す図である。
【００２９】
図１において、車両には、原動機としての内燃機関１が搭載されている。内燃機関１の出力軸はトランスミッション２の入力軸に連結されている。トランスミッション２の出力軸はプロペラシャフト３を介してデファレンシャルギア４に連結されている。デファレンシャルギア４には、二本のドライブシャフト５が接続され、ドライブシャフト５は左右の駆動輪６にそれぞれ接続されている。
【００３０】
前記したトランスミッション２としては、トルクコンバータまたはクラッチ機構と、変

速比を段階的または無段階に変更する変速機構と、を組み合わせたものを例示することができる。

【００３１】

内燃機関１から出力された動力（出力軸の回転トルク）は、トランスミッション２により速度変換された後にプロペラシャフト３に伝達され、次いでデファレンシャルギア４により減速された後にドライブシャフト５及び駆動輪６に伝達される。

【００３２】

内燃機関１には、電気系回路１００が併設されている。電気系回路１００は、図２に示すように、発電ユニット１０１、高電圧系回路１０２、低電圧系回路１０３を備えている。

【００３３】

発電ユニット１０１は、オルタネータ１１０と切替スイッチ１２０を備えている。オルタネータ１１０は、内燃機関１の出力軸（または、該出力に連動して回転する部材）とプーリやベルトなどを介して連結され、出力軸の運動エネルギ（回転エネルギ）を電気エネルギに変換する発電機である。詳細には、オルタネータ１１０は、三相の捲線を有するステータコイルと、ロータに巻回されたフィールドコイルと、ステータコイルに発生した交流電流を直流電流に整流する整流器と、フィールドコイルに対する界磁電流（フィールド電流）の通電（オン）と非通電（オフ）を切り替えるレギュレータ１１０ａと、を具備する三相交流発電機である。このように構成されたオルタネータ１１０は、フィールドコイルに界磁電流（フィールド電流）が通電されたときに、ステータコイルに誘起電流（三相交流電流）を発生させ、発生した三相交流電流を直流電流に整流して出力する。

【００３４】

切替スイッチ１２０は、オルタネータ１１０の出力を低電圧系回路１０３又は高電圧系回路１０２の何れか一方に入力させるための機器である。切替スイッチ１２０は、一つの入力端子１２０ａと二つの出力端子１２０ｂ，１２０ｃを具備し、２つの出力端子１２０ｂ，１２０ｃの何れか一方を入力端子１２０ａと導通させる。入力端子１２０ａには、オルタネータ１１０の出力が入力されるようになっている。２つの出力端子１２０ｂ，１２０ｃの一方の出力端子（以下、「第１出力端子」と称する）１２０ｂは、高電圧系回路１０２に接続されている。二つの出力端子１２０ｂ，１２０ｃの他方（以下、「第２出力端子」と称する）１２０ｃは、低電圧系回路１０３に接続されている。なお、切替スイッチ１２０としては、有接点スイッチを利用することもできるが、無接点スイッチを利用することが望ましい。

【００３５】

高電圧系回路１０２は、高電圧Ｖｈ（たとえば、４３．５Ｖ程度）の電気を入出力可能な回路であり、高電圧バッテリ１０２ａや高電圧負荷１０２ｂが並列に接続された回路である。高電圧バッテリ１０２ａは、たとえば、内燃機関１の潤滑油を加熱するためのヒータ、内燃機関１の冷却水を加熱するためのヒータ、触媒などの排気浄化装置を加熱するためのヒータ、或いはモータアシスト式の過給機などである。一方、低電圧系回路１０３は、低電圧Ｖｌ（たとえば、１４．５Ｖ程度）の電気を入出力可能な回路であり、低電圧バッテリ１０３ａや低電圧負荷１０３ｂが並列に接続された回路である。低電圧負荷１０３ｂは、たとえば、各種のアクチュエータやラジエータ用ファンなどである。

【００３６】

ここで図１に戻り、車両には、内燃機関１、トランスミッション２、及び電気系回路１００を電気的に制御するための電子制御ユニット（ＥＣＵ）２０が併設されている。なお、図１においては、ＥＣＵ２０は一つであるが、内燃機関１を制御するためのＥＣＵとトランスミッション２を制御するためのＥＣＵと電気系回路１００を制御するためのＥＣＵとに分割されていてもよい。

【００３７】

ＥＣＵ２０には、アクセルポジションセンサ２１、シフトポジションセンサ２２、ブレーキセンサ２３、クランクポジションセンサ２４、車速センサ２５等の各種センサの出力

信号が入力されるようになっている。また、ＥＣＵ２０には、高電圧バッテリ１０２ａおよび低電圧バッテリ１０３ａの放電電圧も入力されるようになっている。

【００３８】

アクセルポジションセンサ２１は、アクセルペダルの操作量（踏み込み量）に応じた電気信号を出力するセンサである。シフトポジションセンサ２２は、シフトレバーの操作位置に応じた電気信号を出力するセンサである。ブレーキセンサ２３は、ブレーキペダルの操作量（踏み込み量）に応じた電気信号を出力するセンサである。クランクポジションセンサ２４は、内燃機関１の出力軸（クランクシャフト）の回転位置に応じた電気信号を出力するセンサである。車速センサ２５は、車両の走行速度に応じた電気信号を出力するセンサである。

【００３９】

ＥＣＵ２０は、上記した各種センサの出力信号に基づいて、内燃機関１、トランスミッション２、電気系回路１００などを制御する。以下、電気系回路１００の制御方法について述べる。

【００４０】

ＥＣＵ２０は、レギュレータ１１０ａのオン／オフをデューティ制御することにより、オルタネータ１１０の発電電圧を変更する。たとえば、ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０の発電電圧を高める場合は、レギュレータ１１０ａのオン時間が長く（オフ時間が短く）なるようにデューティ比を決定する。オルタネータ１１０の発電電圧を低める場合は、ＥＣＵ２０は、レギュレータ１１０ａのオン時間が短く（オフ時間が長く）なるようにデューティ比を決定する。ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０の実際の発電電圧をセンシングし、実際の発電電圧と目標発電電圧との差に応じてデューティ比のフィードバック制御も行う。

【００４１】

高電圧系回路１０２に電気を供給するときは、ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０の発電電圧圧を高電圧系回路１０２に適した電圧（高電圧）Ｖｈと一致するようにレギュレータ１１０ａをデューティ制御するとともに、入力端子１２０ａと第１出力端子１２０ｂとが接続されるように切替スイッチ１２０を制御する。

【００４２】

低電圧系回路１０３に電気を供給するときは、ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０の発電電圧を低電圧系回路１０３に適した電圧（低電圧）Ｖｌと一致するようにレギュレータ１１０ａをデューティ制御するとともに、入力端子１２０ａと第２出力端子１２０ｃとが接続されるように切替スイッチ１２０を制御する。

【００４３】

また、車両が減速走行状態にあるとき、たとえば、車速が零より大きく且つアクセルペダルの操作量が零であるときは、駆動輪６の運動エネルギがドライブシャフト５、デファレンシャルギア４、プロペラシャフト３、トランスミッション２、及び内燃機関１を介してオルタネータ１１０へ伝達される。つまり、オルタネータ１１０のロータが駆動輪６に連動して回転する。その際、オルタネータ１１０にフィールド電流が印加されれば、駆動輪６の運動エネルギを電気エネルギに変換（回生）することができる。このような方法により得られた電気エネルギが高電圧バッテリ１０２ａや低電圧バッテリ１０３ａに充電されると、内燃機関１の発生動力を利用してオルタネータ１１０を作動させる機会を減らすことができるため、内燃機関１の燃料消費量を減少させることができる。そこで、ＥＣＵ２０は、車両が減速走行状態にあるときにオルタネータ１１０にフィールド電流を印加させることにより、駆動輪６の運動エネルギを電気エネルギへ変換（回生）させる回生制御を実行する。

【００４４】

回生制御が実施される際にオルタネータ１１０の発電電圧が高電圧Ｖｈに設定されると、電気エネルギとして回生される運動エネルギの量を多くすることができる。しかしながら、回生制動力が過大になったり、低電圧バッテリ１０３ａの充電が行えなくなったりす

るという問題がある。一方、回生制御が実施される際にオルタネータ１１０の発電電圧が低電圧Ｖｌに設定されると、電気エネルギとして回生される運動エネルギの量が少なくなったり、高電圧バッテリ１０２ａの充電が行えなくなったりするという問題がある。

【００４５】

これに対し、車両の減速走行中にオルタネータ１１０の発電電圧を切り替えることにより、高電圧バッテリ１０２ａと低電圧バッテリ１０３ａの双方を充電する方法が考えられる。しかしながら、オルタネータ１１０の発電電圧が切り替えられる際に、回生制動力が大きく変動する。そのため、発電電圧の切り替え時に発電動作を断続的に停止させる制御や、摩擦ブレーキの制動力を調整する制御などを行う必要がある。

【００４６】

本実施例の回生制御では、ＥＣＵ２０は、図３に示すように、高電圧エネルギと低電圧エネルギが交互に発電されるとともに、入力端子１２０ａが第１出力端子１２０ｂと第２出力端子１２０ｃに交互に接続されるように切替スイッチ１２０を制御する。詳細には、ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０が高電圧エネルギを発電する時間（入力端子１２０ａが第１出力端子１２０ｂと接続される時間）ｔｈとオルタネータ１１０が低電圧エネルギを発電する時間（入力端子１２０ａが第２出力端子１２０ｃと接続される時間）ｔｌとの比率をデューティ制御する。デューティ制御の周期ｔ（＝ｔｈ＋ｔｌ）は、回生制動力の大きさが略一定であると乗員が感じる程度に短い周期（たとえば、２０ｍｓ程度）に設定される。さらに、オルタネータ１１０が低電圧エネルギを発電する時間ｔｈと高電圧エネルギを発電する時間ｔｌとの比率は、車両の要求減速度に応じて決定されるようにした。

【００４７】

車両の要求減速度は、ブレーキペダルの操作量とアクセル開度とトランスミッション２のギアポジションと路面の摩擦係数などをパラメータとして演算することができる。その際、ブレーキペダルの操作量とアクセル開度とトランスミッション２のギアポジションと路面の摩擦係数と要求減速度との関係は、予めマップ化されていてもよい。

【００４８】

ＥＣＵ２０は、以下の式（１）にしたがって、要求減速度を得るために必要な減速力（要求減速力）Ｎｔｒｇを演算する。

Ｎｔｒｇ＝（要求減速度）＊（車両重量）・・（１）

【００４９】

続いて、ＥＣＵ２０は、以下の式（２）にしたがって、要求減速力を得るために必要なトルク（要求減速トルク）Ｔｔｒｇを演算する。

Ｔｔｒｇ＝Ｎｔｒｇ＊（タイヤ径）＊（ギア比）－（フリクショントルク）・・（２）

【００５０】

上記した式（２）中の「フリクショントルク」は、内燃機関１のフリクションや駆動系のフリクションなどの総和である。

【００５１】

ＥＣＵ２０は、上記要求減速トルクＴｔｒｇを以下の式（３）に代入することにより、要求減速度を得るために必要な仕事率（要求減速仕事率）Ｗｔｒｇを演算する。

Ｗｔｒｇ＝Ｔｔｒｇ＊（機関回転数）＊（２π／６０）・・（３）

【００５２】

ＥＣＵ２０は、上記要求減速仕事率Ｗｔｒｇを以下の式（４）に代入することにより、デューティ比γ（％）を算出する。なお、ここでいうデューティ比γは、デューティ制御の周期において高電圧エネルギの発電時間が占める割合（＝｛ｔｈ／（ｔｈ＋ｔｌ）｝＊１００）である。

Ｗｔｒｇ＝Ｗｈｉｇｈ＊（γ／１００）＋Ｗｌｏｗ＊｛（１００－γ）／１００｝
・・（４）

【００５３】

上記した式（４）中の「Ｗｈｉｇｈ」は高電圧系回路１０２が単位時間あたりに消費可能な電気エネルギ（仕事率）であり、式（４）中の「Ｗｌｏｗ」は低電圧系回路１０３が

単位時間あたりに消費可能な電気エネルギ（仕事率）を示す。

【００５４】

高電圧系回路１０２の仕事率Ｗｈｉｇｈは、高電圧バッテリ１０２ａが受け入れ可能な電気エネルギ（充電可能電力）と高電圧負荷１０２ｂが消費可能な電気エネルギ（消費可能電力）との和である。低電圧系回路１０３の仕事率Ｗｌｏｗは、低電圧バッテリ１０３ａが受け入れ可能な電気エネルギ（充電可能電力）と低電圧負荷１０３ｂが消費可能な電気エネルギ（消費可能電力）との和である。なお、高電圧バッテリ１０２ａの充電可能電力は、図４に示すように、高電圧バッテリ１０２ａの充電状態（ＳＯＣ）と温度とをパラメータとして求めることができる。同様に、低電圧バッテリ１０３ａの充電可能電力も、低電圧バッテリ１０３ａの充電状態（ＳＯＣ）と温度をパラメータとして求めることができる。

【００５５】

このような方法によりデューティ比γが決定されると、要求減速度が大きいときは小さいときに比べ、高電圧エネルギの発電時間が長くなる。たとえば、前述した図３に示した例は、要求減速度が小さいときの制御例を示すものであり、高電圧エネルギの発電時間ｔｈが短く設定されている。これに対し、要求減速度が大きいときは、図５に示すように、高電圧エネルギの発電時間ｔｈが長く設定される。

【００５６】

高電圧エネルギが発電されるときの回生制動力は、低電圧エネルギが発電されるときの回生制動力より大きくなる。そのため、高電圧エネルギの発電時間ｔｈが長く設定された場合は短く設定された場合に比べ、周期ｔの期間に発生する回生制動力が大きくなる。その結果、回生制動力が要求減速度に応じた大きさになる。

【００５７】

したがって、上記した方法により回生制御が実行されると、発電電圧の切り替えに起因した回生制動力の変動を運転者に意識させることなく、回生制動力の大きさを要求減速度に応じた大きさにすることが可能になる。また、発電電圧を断続的に停止させる制御や摩擦ブレーキの制動力を調整する制御などを行う必要がなくなるため、運動エネルギの回生量を可及的に多くすることができるとともに、減速走行時の制御ロジックを簡略化することもできる。さらに、高電圧系回路１０２と低電圧系回路１０３の双方に電気エネルギを供給することができるため、高電圧バッテリ１０２ａと低電圧バッテリ１０３ａの双方を充電することも可能となる。

【００５８】

以下、本実施例における回生制御の実行手順について図６に沿って説明する。図６は、ＥＣＵ２０が回生制御を実施する際に実行する制御ルーチンである。この制御ルーチンは、予めＥＣＵ２０のＲＯＭなどに記憶されているルーチンであり、ＥＣＵ２０によって周期的に実行される。

【００５９】

図６の制御ルーチンでは、ＥＣＵ２０は、先ずＳ１０１において車両が減速走行状態にあるか否かを判別する。たとえば、ＥＣＵ２０は、アクセルポジションセンサ２１の出力信号（アクセル開度）が零（全閉）、且つ、車速センサ２５の出力信号（車速）が零より大きいときに、車両が減速走行状態にあると判定する。

【００６０】

前記Ｓ１０１において否定判定された場合は、ＥＣＵ２０は、回生制御を実施せずに本ルーチンの実行を終了する。一方、前記Ｓ１０１において肯定判定された場合は、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０２へ進む。Ｓ１０２では、ＥＣＵ２０は、アクセルポジションセンサ２１の出力信号（アクセル開度）とシフトポジションセンサ２２の出力信号（ギアポジション）とブレーキセンサ２３の出力信号（ブレーキペダルの操作量）と路面の摩擦係数をパラメータとして、車両の要求減速度を演算する。

【００６１】

Ｓ１０３では、ＥＣＵ２０は、前記Ｓ１０２で算出された要求減速度と、前述した式（

１）乃至（４）と、に基づいて、デューティ比γを演算する。このようにＥＣＵ２０がＳ１０２及びＳ１０３の処理を実行することにより、本発明に係わる決定手段が実現される。

【００６２】

なお、要求減速度に応じてデューティ比γが決定されると、デューティ比γが１００％を上回る場合や０％を下回る場合も発生し得る。デューティ比γが１００％を超える場合にオルタネータ１１０の発電電圧が高電圧Ｖｈに固定されると、要求減速度に対して回生制動力が過少となる可能性がある。また、デューティ比γが０％を下回る場合にオルタネータ１１０の発電電圧が低電圧Ｖｌに固定されると、要求減速度に対して回生制動力が過大となる可能性がある。

【００６３】

そこで、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０４において、前記Ｓ１０３で算出されたデューティ比γが１００％より大きいか否かを判別する。前記Ｓ１０４において肯定判定された場合は、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０５へ進み、オルタネータ１１０の発電電圧を高電圧Ｖｈより高くする。その際、ＥＣＵ２０は、図７に示すように、デューティ比γが大きくなるほど発電電圧を高くしてもよい。このようにオルタネータ１１０の発電電圧が変更されると、要求減速度に対して回生制動力の大きさが過少となる事態を回避することができる。

【００６４】

前記Ｓ１０４において否定判定された場合は、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０６へ進み、前記Ｓ１０３で算出されたデューティ比γが０％より小さいか否かを判別する。前記Ｓ１０６において肯定判定された場合は、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０７へ進み、オルタネータ１１０の発電電圧を低電圧Ｖｌより低くする。その際、ＥＣＵ２０は、図８に示すように、デューティ比γが小さくなるほど発電電圧を低くしてもよい。このようにオルタネータ１１０の発電電圧が変更されると、要求減速度に対して回生制動力の大きさが過大となる事態を回避することができる。

【００６５】

ＥＣＵ２０は、前記Ｓ１０５若しくは前記Ｓ１０７の処理を実行した後、又は前記Ｓ１０６において否定判定された場合に、Ｓ１０８へ進む。Ｓ１０８では、前記Ｓ１０３で算出されたデューティ比γに従ってオルタネータ１１０の発電電圧を制御するとともに、発電電圧の切り替えに同期して切替スイッチ１２０の切り替えを行う。このようにＥＣＵ２０がＳ１０８の処理を実行することにより、本発明に係わる制御手段が実現される。

【００６６】

以上述べた制御ルーチンによれば、車両が減速走行状態にあるときに、発電電圧の切り替えに伴う回生制動力の変動を運転者に意識させたり、運動エネルギの回生量を大幅に減少させたりすることなく、回生制動力の大きさを要求減速度に見合った大きさとすることができる。

【００６７】

＜実施例２＞

次に、本発明の第２の実施例について図９に基づいて説明する。ここでは、前述した第１の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【００６８】

前述した第１の実施例と本実施例との相違点は、オルタネータ１１０の発電電圧を切り替える際に、オルタネータ１１０に対するフィールド電流の印加を一旦停止させる点にある。その際の停止期間は、オルタネータ１１０の発電電圧が零に低下するほど長くされる必要はなく、オルタネータ１１０の発電電圧が低電圧Ｖｌより低くなる程度の短い期間で足りる。

【００６９】

オルタネータ１１０の発電電圧が高電圧Ｖｈ又は低電圧Ｖｌの何れか一方から他方へ切り替えられると、オルタネータ１１０の端子電圧が急激に上昇し、オルタネータ１１０の構成部品に過電圧が作用する可能性がある。また、切替スイッチ１２０が有接点スイッチ

により構成される場合は、接点において火花が発生する可能性がある。

【００７０】

これに対し、本実施例の回生制御では、ＥＣＵ２０は、オルタネータ１１０の発電電圧を高電圧Ｖｈ又は低電圧Ｖｌの何れか一方から他方へ切り替える際に、オルタネータ１１０に対するフィールド電流の印加を一旦停止させるようにした。このような方法によれば、図９に示すように、切替スイッチ１２０が切替動作するときにオルタネータ１１０の発電電圧が低電圧Ｖｌより低下するため、オルタネータ１１０の端子電圧が急激に上昇する事態や切替スイッチ１２０の接点において火花が発生する事態の発生を回避することが可能となる。その結果、オルタネータ１１０や切替スイッチ１２０の耐久性低下を抑制することが可能となる。

【００７１】

＜実施例３＞

次に、本発明の第３の実施例について図１０に基づいて説明する。ここでは、前述した第１の実施例と異なる構成について説明し、同様の構成については説明を省略する。

【００７２】

前述した第１の実施例と本実施例との相違点は、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａの充電状態（ＳＯＣ）が大きい場合に、高電圧負荷１０２ｂ又は低電圧バッテリ１０３ａの消費電力を増加させることにより、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａの過充電を抑制しつつ、回生制動力の大きさを要求減速度に適した大きさにする点にある。

【００７３】

前述した第１の実施例で述べた式（１）乃至（４）に基づいてデューティ比γが決定されると、デューティ比γが１００％を超える場合がある。特に、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａの充電状態（ＳＯＣ）が上限値を超えていると、デューティ比γが１００％を超えやすくなる。

【００７４】

これに対し、本実施例の回生制御では、ＥＣＵ２０は、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａの充電状態（ＳＯＣ）が上限値を超えている場合に、高電圧負荷１０２ｂ又は低電圧負荷１０３ｂの消費電力を可能な限り増加させるとともに、オルタネータ１１０の発電電圧を高電圧バッテリ１０２ａ及び低電圧バッテリ１０３ａの充電可能電圧（たとえば、各バッテリの放電電圧）より低く設定した上で、デューティ比γを決定するようにした。このような方法により回生制御が実施されると、デューティ比γが１００％以下に抑えられるようになるため、高電圧バッテリ１０２ａ及び低電圧バッテリ１０３ａの過充電を回避しつつ回生制動力の大きさを要求減速度に見合った大きさにすることができる。なお、前記した「上限値」は、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａが過充電となる充電状態（ＳＯＣ）の最小値からマージンを差し引いた値である。

【００７５】

以下、本実施例における回生制御の実行手順について図１０に沿って説明する。図１０は、ＥＣＵ２０が回生制御を実施する際に実行する制御ルーチンである。図１０中において、前述した第１の実施例の制御ルーチン（図６を参照）と同等の処理には、同一の符号が付されている。

【００７６】

図１０の制御ルーチンにおいて、ＥＣＵ２０は、Ｓ１０２の処理を実行した後にＳ２０１へ進む。Ｓ２０１では、ＥＣＵ２０は、高電圧バッテリ１０２ａの充電状態ＳＯＣｈが上限値以下であるか否かを判別する。Ｓ２０１において否定判定された場合（ＳＯＣｈ＞上限値）は、ＥＣＵ２０は、Ｓ２０２へ進み、高電圧Ｖｈを高電圧バッテリ１０２ａの充電可能電圧より低い電圧に補正する。たとえば、ＥＣＵ２０は、高電圧バッテリ１０２ａの放電電圧（または、定格電圧）Ｖｈｓから所定量Δｖｈを減算した値を高電圧Ｖｈに設定する。さらに、ＥＣＵ２０は、高電圧負荷１０２ｂの消費電力を可能な限り増加させる。ＥＣＵ２０は、前記Ｓ２０１において肯定判定された場合（ＳＯＣｈ≦上限値）、及び

前記Ｓ２０２の処理を実行し終えた場合に、Ｓ２０３へ進む。

【００７７】

Ｓ２０３では、ＥＣＵ２０は、低電圧バッテリ１０３ａの充電状態ＳＯＣｌが上限値以下であるか否か判別する。Ｓ２０３において否定判定された場合（ＳＯＣｌ＞上限値）は、ＥＣＵ２０は、Ｓ２０４へ進み、低電圧Ｖｌを低電圧バッテリ１０３ａの充電可能電力電圧より低い電圧に補正する。たとえば、ＥＣＵ２０は、低電圧バッテリ１０３ａの放電電圧（または、定格電圧）Ｖｌｓから所定量Δｖｌを減算した値を低電圧Ｖｌに設定する。さらに、ＥＣＵ２０は、低電圧負荷１０３ｂの消費電力を可能な限り増加させる。ＥＣＵ２０は、前記Ｓ２０３において肯定判定された場合（ＳＯＣｌ≦上限値）、及び前記Ｓ２０４の処理を実行し終えた場合に、Ｓ１０３へ進む。

【００７８】

Ｓ１０３では、ＥＣＵ２０は、前述した第１の実施例で述べた式（１）乃至（４）と、前記Ｓ１０２で算出された要求減速度と、に基づいて、デューティ比γを演算する。その際、Ｓ２０２において高電圧Ｖｈの補正処理及び高電圧負荷１０２ｂの消費電力増加処理が行われていれば、ＥＣＵ２０は、補正処理後の高電圧Ｖｈ及び消費電力増加処理後の消費電力に基づいて、式（４）中のＷｈｉｇｈを決定する。また、Ｓ２０４において低電圧Ｖｌの補正処理及び低電圧負荷１０３ｂの消費電力増加処理が行われていれば、ＥＣＵ２０は、補正処理後の低電圧Ｖｌ及び消費電力増加処理後の消費電力に基づいて、式（４）中のＷｌｏｗを決定するものとする。このようにしてデューティ比γが決定されると、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａの充電状態（ＳＯＣ）が上限値を超えている場合であっても、デューティ比γを１００％以下に抑えることが可能になるとともに、高電圧バッテリ１０２ａ又は低電圧バッテリ１０３ａへの充電を控えることができる。

【００７９】

ＥＣＵ２０は、前記Ｓ１０３の処理を実行した後にＳ１０８へ進み、前記Ｓ１０３で決定されたデューティ比γにしたがって、オルタネータ１１０の発電電圧及び切替スイッチ１２０を制御する。

【００８０】

以上述べた実施例によれば、高電圧バッテリ１０２ａ及び低電圧バッテリ１０３ａの過充電を回避しつつ、回生制動力の大きさを要求減速度に適した大きさにすることが可能となる。

【００８１】

なお、上記した実施例１乃至３は可能な限り組み合わせることができる。

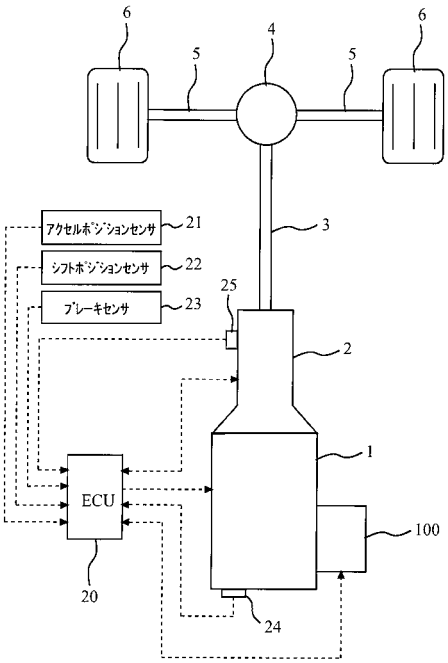
【符号の説明】

【００８２】

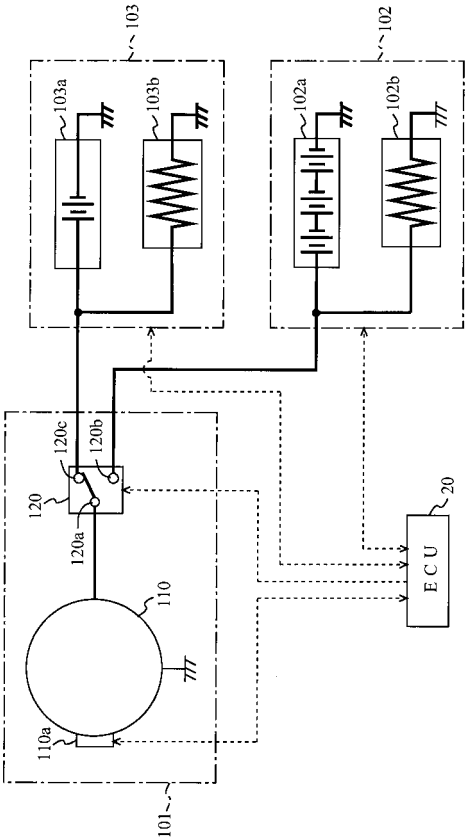
１　内燃機関
２　トランスミッション
３　プロペラシャフト
４　デファレンシャルギア
５　ドライブシャフト
６　駆動輪
２０　ＥＣＵ
２１　アクセルポジションセンサ
２２　シフトポジションセンサ
２３　ブレーキセンサ
２４　クランクポジションセンサ
２５　車速センサ
１００　電気系回路
１０１　発電ユニット
１０２　高電圧系回路

１０２ａ　　高電圧バッテリ
１０２ｂ　　高電圧負荷
１０３ 低電圧系回路
１０３ａ　　低電圧バッテリ
１０３ｂ　　低電圧負荷
１１０ オルタネータ
１１０ａ　　レギュレータ
１２０ 切替スイッチ
１２０ａ　　入力端子
１２０ｂ　　第１出力端子
１２０ｃ　　第２出力端子

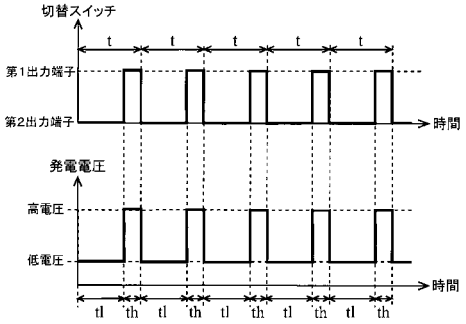
【図１】



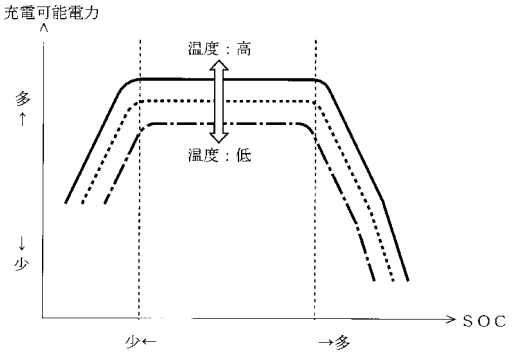
【図２】



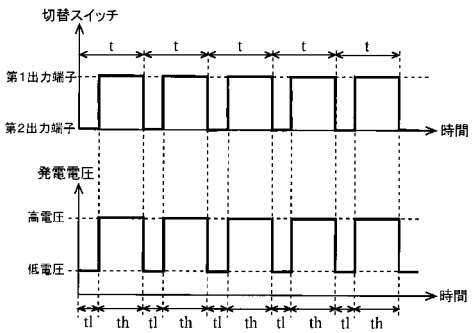
【図３】


切替スイッチ
t
第1出力端子
第2出力端子
時間
発電電圧
高電圧
低電圧
tl
th

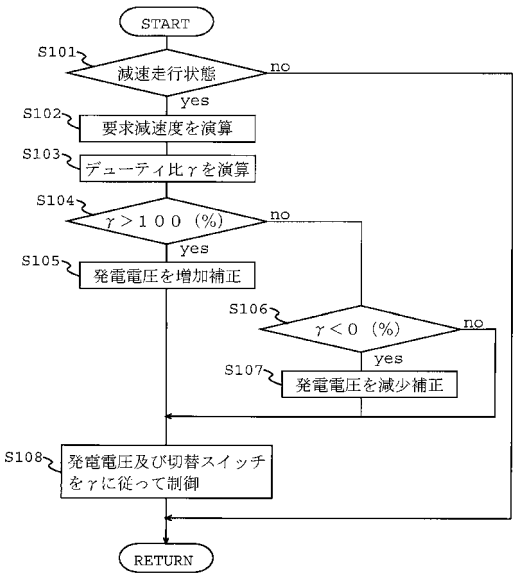
【図４】


充電可能電力
温度：高
温度：低
多
少
SOC
少←
→多

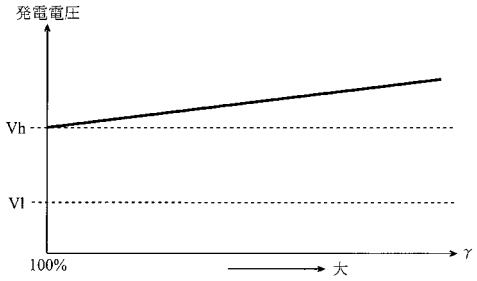
【図５】


切替スイッチ
t
第1出力端子
第2出力端子
時間
発電電圧
高電圧
低電圧
tl
th

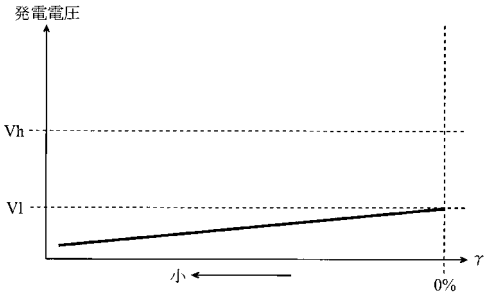
【図６】


START
S101
減速走行状態
no
yes
S102
要求減速度を演算
S103
デューティ比γを演算
S104
γ＞１００（%）
no
yes
S105
発電電圧を増加補正
S106
γ＜０（%）
no
yes
S107
発電電圧を減少補正
S108
発電電圧及び切替スイッチをγに従って制御
RETURN

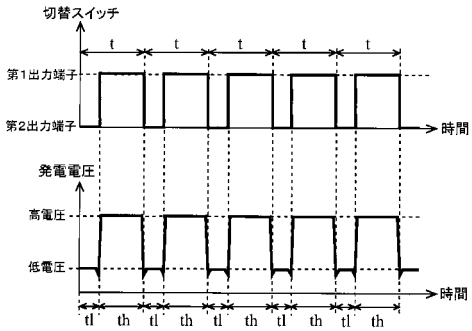
【図７】


発電電圧
Vh
Vl
100%
大
γ

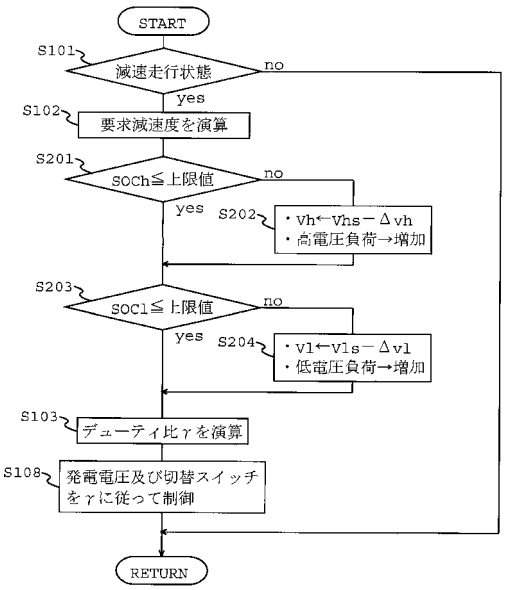
【図８】


発電電圧
Vh
Vl
小
0%
γ

【図９】


切替スイッチ
t
第1出力端子
第2出力端子
時間
発電電圧
高電圧
低電圧
時間
tl
th

【図１０】


START
S101
減速走行状態
no
yes
S102
要求減速度を演算
S201
SOCh≦上限値
no
yes
S202
・Vh←Vhs－Δvh
・高電圧負荷→増加
S203
SOCl≦上限値
no
yes
S204
・Vl←Vls－Δvl
・低電圧負荷→増加
S103
デューティ比γを演算
S108
発電電圧及び切替スイッチをγに従って制御
RETURN

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
H02J	***7/16***	***(2006.01)***	H02J	7/16	H
H02J	***7/24***	***(2006.01)***	H02J	7/16	X
			H02J	7/24	C

(72)発明者　小山　崇
日本国愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

審査官　牧　初

(56)参考文献　特開２００９－３３７９４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－５５６３９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｐ　９／００－９／４８