

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年8月23日(23.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/111128 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 9/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053385

(22) 国際出願日: 2011年2月17日(17.02.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小山 崇 (KOYAMA, Takashi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 川口 嘉之, 外(KAWAGUCHI, Yoshiyuki et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

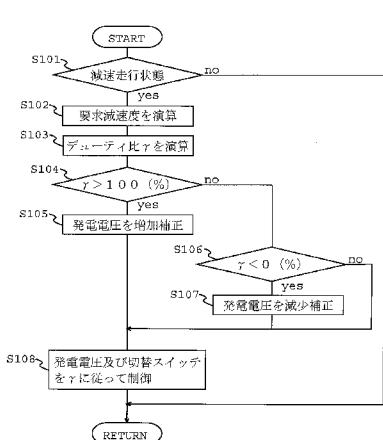
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: REGENERATION CONTROL SYSTEM FOR VEHICLE

(54) 発明の名称: 車両の回生制御システム

[図6]



S101 Reduced-speed driving?

S102 Calculate required deceleration

S103 Calculate duty ratio y

S104 y > 100 (%)?

S105 Correction to increase power generation voltage

S106 y < 0 (%)?

S107 Correction to decrease power generation voltage

S108 Control power generation voltage and control changeover switch in accordance with y

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of increasing the regenerative ratio while suppressing variation in the regenerative braking force in conjunction with changes in the power generation voltage for a vehicular regeneration control system whereby the kinetic energy of the vehicle is regenerated as electrical energy when the vehicle drives at a reduced speed, and the regenerated electrical energy is supplied alternately to a low-voltage system circuit and a high-voltage system circuit. To solve this problem, the vehicular regeneration control system of the present invention is a system whereby, when the vehicle drives at a reduced speed, the kinetic energy of the vehicle is used to alternately generate low-voltage electrical energy suitable for a low-voltage system circuit and high-voltage electrical energy suitable for a high-voltage system circuit, and the ratio between the time for which low-voltage electrical energy is generated and the time for which high-voltage electrical energy is generated in accordance with the deceleration required for the vehicle is determined, and duty control is performed on the power generation voltage in accordance with the ratio that has been determined.

(57) 要約: 本発明は、車両の減速走行時に該車両の運動エネルギーを電気エネルギーへ回生し、回生された電気エネルギー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を課題とする。この課題を解決するために、本発明の車両の回生制御システムは、車両が減速走行状態にあるときに、該車両の運動エネルギーを利用して、低電圧系回路に適した低電圧の電気エネルギーと高電圧系

回路に適した高電圧の電気エネルギーを交互に発電するシステムにおいて、車両に要求される減速度にしたがって低電圧の電気エネルギーを発電する時間と高電圧の電気エネルギーを発電する時間との比率を決定し、決定された比率にしたがって発電電圧をデューティ制御するようにした。

WO 2012/111128 A1

明 細 書

発明の名称：車両の回生制御システム

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ーを電気エネルギー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ーを電気エネルギー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、電気エネルギーへ回生される運動エネルギー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ーを電気エネルギーへ回生し、回生された電気エネルギー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ーを利用して、前記低電圧系回路に適した低電圧の電気エネルギー又は前記高電圧系回路に適した高電圧の電気エネルギー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ーと前記高電圧の電気エネルギー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ーが発電される時間と前記高電圧の電気エネルギー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ーを電気エネルギーに変換（回生）する場合に、発電ユニットは低電圧の電気エネルギー（以下、「低電圧エネルギー」と称する）と高電圧の電気エネルギー（以下、「高電圧エネルギー」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ーを発電する時間と高電圧エネルギー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ーから回生された電気エネルギー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、運動エネルギーの回生量を可及的に多くすることができる。さらに、低電圧エネルギーの発電時間と高電圧エネルギー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ー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ーを電気エネルギーへ回生し、回生された電気エネルギー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ーを発電する時間と前記高電圧の電気エネルギー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ーを発電する時間と高電圧エネルギー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、高電圧エネルギーの発電時間を長くするとともに、低電圧エネルギー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ーから回生された電気エネルギー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、運動エネルギー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ーを電気エネルギーへ回生し、回生された電気エネルギー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ー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つつつ、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ーを発電する時間と高電圧エネルギー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ー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ー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も高くしてもよい。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ー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も低くしてもよい。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ーを電気エネルギーへ回生し、回生された電気エネルギー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（S O C）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ー（回転エネルギー）を電気エネルギー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ができるが、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 Vi（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、ECU 20 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）Vi 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 の運動エネルギー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 に運動して回転する。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 の運動エネルギーを電気エネルギーに変換（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ーが高電圧バッテリ 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れることにより、駆動輪 6 の運動エネルギーを電気エネルギーへ変換（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、電気エネルギーとして回生される運動エネルギー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 Vi に設定され

ると、電気エネルギーとして回生される運動エネルギー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、高電圧エネルギーと低電圧エネルギー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 が高電圧エネルギーを発電する時間（入力端子 120a が第1出力端子 120b と接続される時間）t_h とオルタネータ 110 が低電圧エネルギーを発電する時間（入力端子 120a が第2出力端子 120c と接続される時間）t_l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_d (= t_h + t_l) 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 が低電圧エネルギーを発電する時間 t_h と高電圧エネルギーを発電する時間 t_l との比率は、車両の要求減速度に応じて決定されたようにした。

[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）N_{trg}を演算する。

$$N_{trg} = (\text{要求減速度}) * (\text{車両重量}) \quad \dots (1)$$

[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） T_{trg} を演算する。

$$T_{trg} = N_{trg} * (\text{タイヤ径}) * (\text{ギア比}) - (\text{フリクショントルク}) \quad \dots (2)$$

[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 T_{trg} 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） W_{trg} を演算する。

$$W_{trg} = T_{trg} * (\text{機関回転数}) * (2\pi / 60) \quad \dots (3)$$

[0052] ECU20は、上記要求減速仕事率 W_{trg} 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ーの発電時間が占める割合 $(= \{t_h / (t_h + t_l)\} * 100)$ である。

$$W_{trg} = Whigh * (\gamma / 100) + Wlow * \{ (100 - \gamma) / 100 \}$$

$$\dots (4)$$

[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ー（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ー（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ー（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ー（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ー（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ー（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（S O C）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、高電圧エネルギー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、高電圧エネルギーの発電時間 t_h 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、高電圧エネルギーの発電時間 t_h が長く設定される。
- [0056] 高電圧エネルギーが発電されるときの回生制動力は、低電圧エネルギー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、高電圧エネルギーの発電時間 t_h 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、運動エネルギー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ー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、ECU 20 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 ECU 20 の ROM などに記憶されているルーチンであり、ECU 20 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、ECU 20 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Vi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S 104において否定判定された場合は、ECU20は、S 106へ進み、前記S 103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S 106において肯定判定された場合は、ECU20は、S 107へ進み、オルタネータ110の発電電圧を低電圧V1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S 105若しくは前記S 107の処理を実行した後、又は前記S 106において否定判定された場合に、S 108へ進む。S 108では、前記S 103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S 108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、運動エネルギー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ます。

[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V1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 V_h 又は低電圧 V_l 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 V_h 又は低電圧 V_l 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 V_l 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 1

02a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SOC_h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(SOC_h>上限値)は、ECU20は、S202へ進み、高電圧V_h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)V_{hs}から所定量Δv_hを減算した値を高電圧V_h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(SOC_h≤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SOC_l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（S O C I > 上限値）は、E C U 2 0 は、S 2 0 4 へ進み、低電圧V I を低電圧バッテリ1 0 3 a の充電可能電力電圧より低い電圧に補正する。たとえば、E C U 2 0 は、低電圧バッテリ1 0 3 a の放電電圧（または、定格電圧）V I s から所定量 $\Delta v I$ を減算した値を低電圧V I に設定する。さらに、E C U 2 0 は、低電圧負荷1 0 3 b の消費電力を可能な限り増加させる。E C U 2 0 は、前記S 2 0 3 において肯定判定された場合（S O C I \leq 上限値）、及び前記S 2 0 4 の処理を実行し終えた場合に、S 1 0 3 へ進む。

[0078] S 1 0 3 では、E C U 2 0 は、前述した第1の実施例で述べた式（1）乃至（4）と、前記S 1 0 2 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、S 2 0 2 において高電圧V h の補正処理及び高電圧負荷1 0 2 b の消費電力増加処理が行われていれば、E C U 2 0 は、補正処理後の高電圧V h 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W h i g h を決定する。また、S 2 0 4 において低電圧V I の補正処理及び低電圧負荷1 0 3 b の消費電力増加処理が行われていれば、E C U 2 0 は、補正処理後の低電圧V I 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W I o w 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1 0 2 a 又は低電圧バッテリ1 0 3 a の充電状態（S O C）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1 0 0 %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1 0 2 a 又は低電圧バッテリ1 0 3 a への充電を控えることができる。

[0079] E C U 2 0 は、前記S 1 0 3 の処理を実行した後にS 1 0 8 へ進み、前記S 1 0 3 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1 1 0 の発電電圧及び切替スイッチ1 2 0 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1 0 2 a 及び低電圧バッテリ1 0 3 a 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

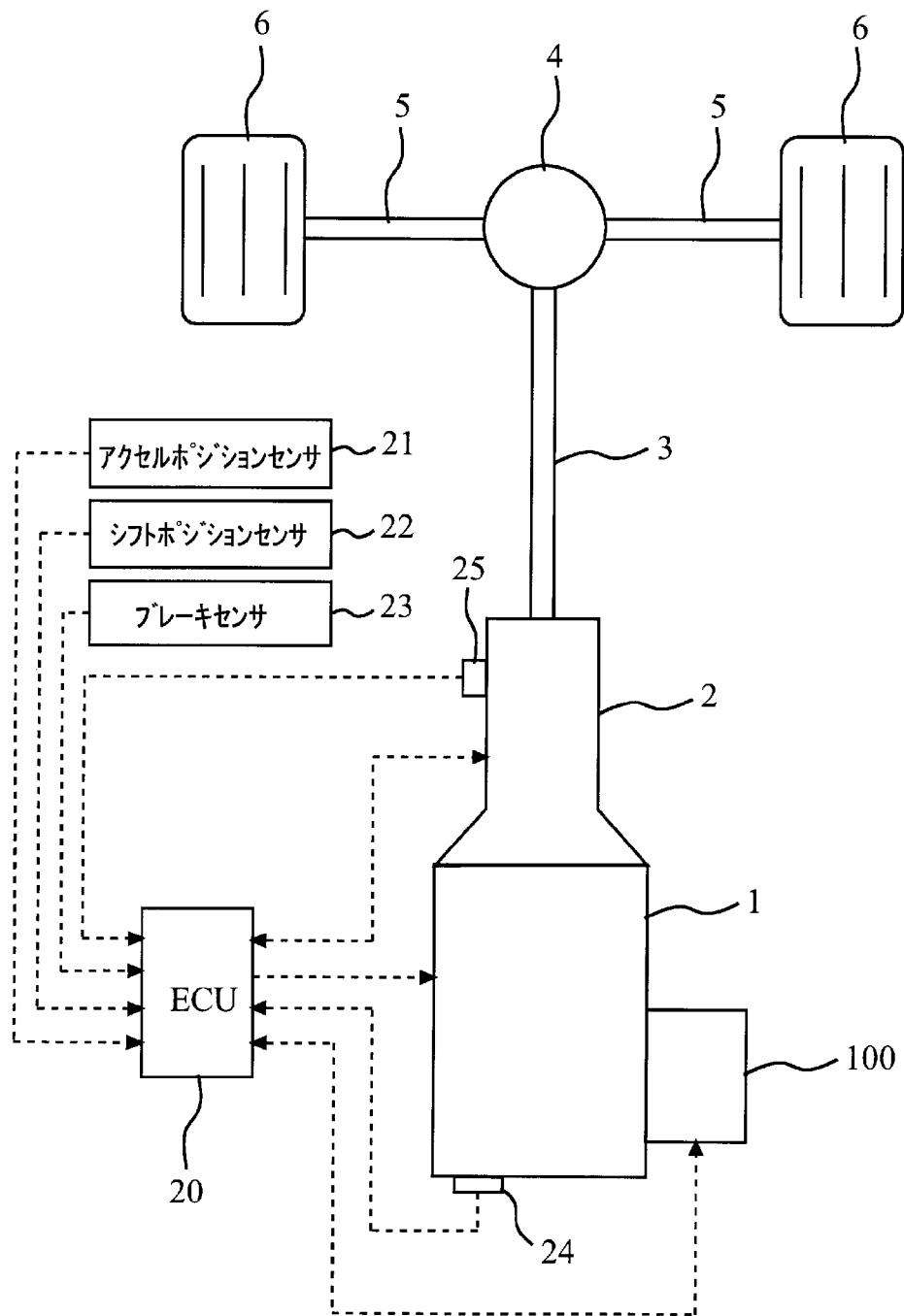
請求の範囲

- [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ーを利用して、前記低電圧系回路に適した低電圧
の電気エネルギー又は前記高電圧系回路に適した高電圧の電気エネルギー
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ーが発電される時間と
前記高電圧の電気エネルギー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ーを発電する時間と前記高電圧
の電気エネルギー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

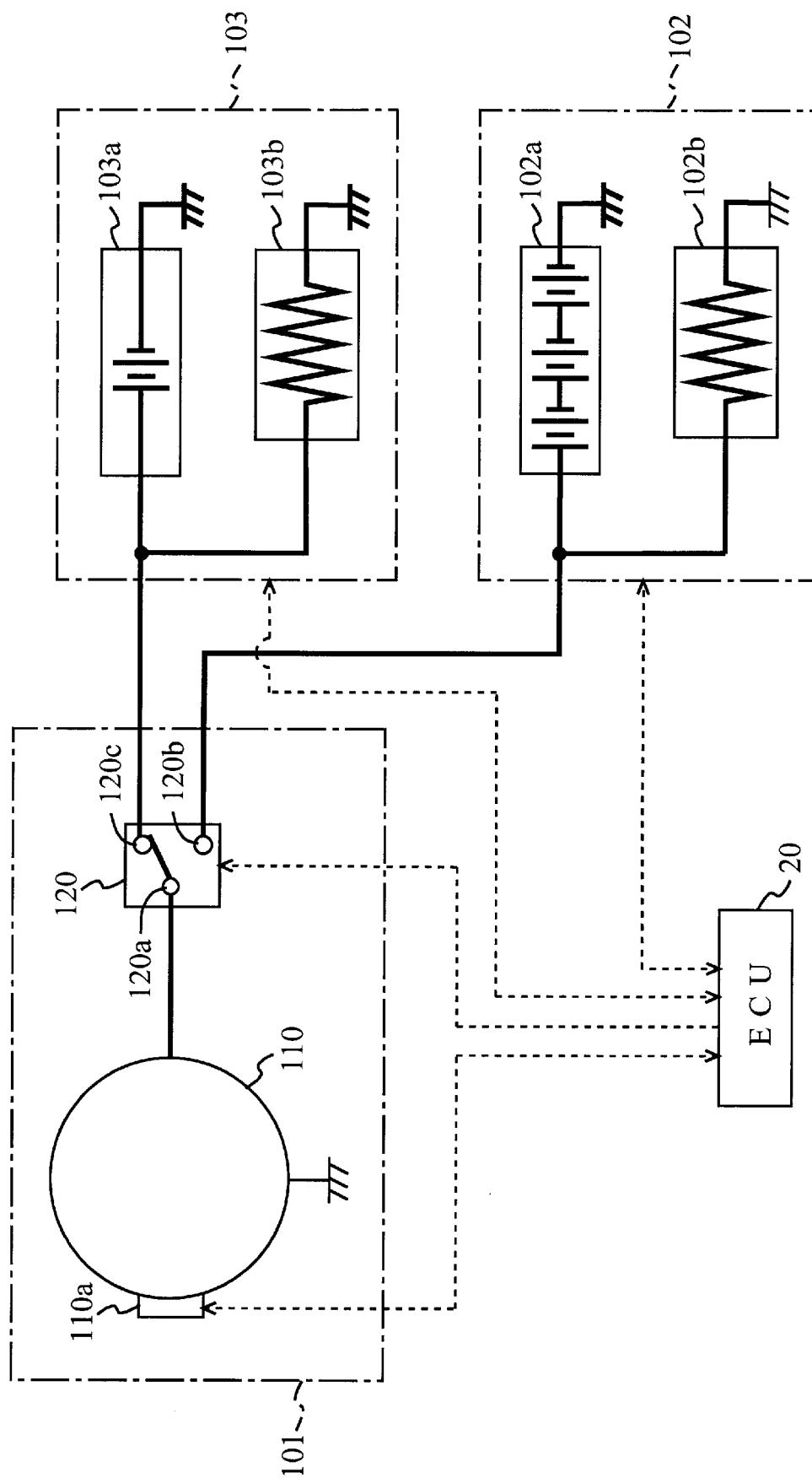
圧の電気エネルギーを発電する時間の割合が 100 %を超える場合は、前記発電ユニットの発電電圧を前記高電圧より高くする車両の回生制御システム。

[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ー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。

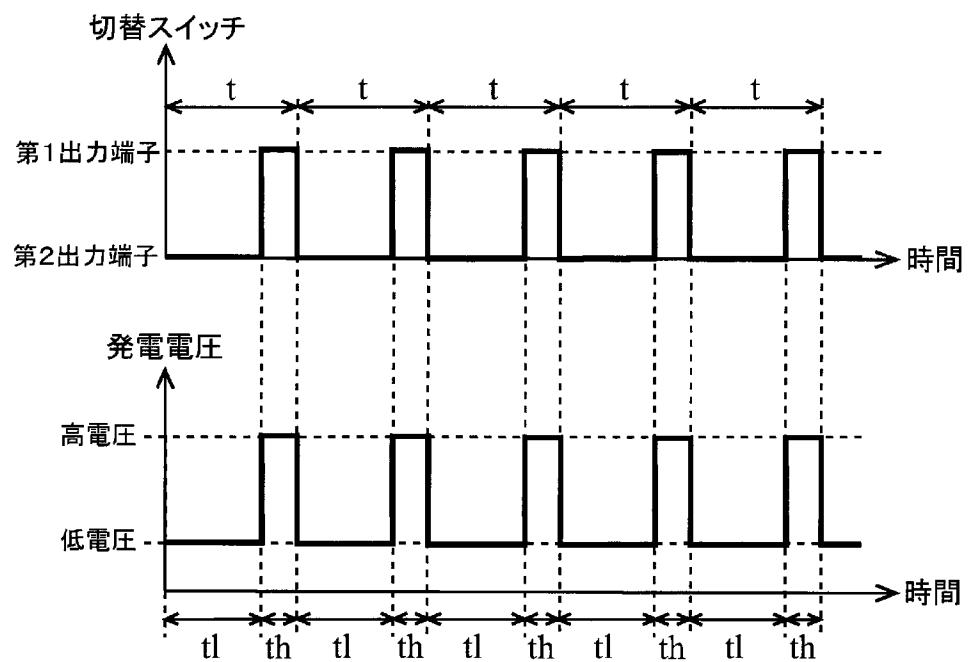
[図1]



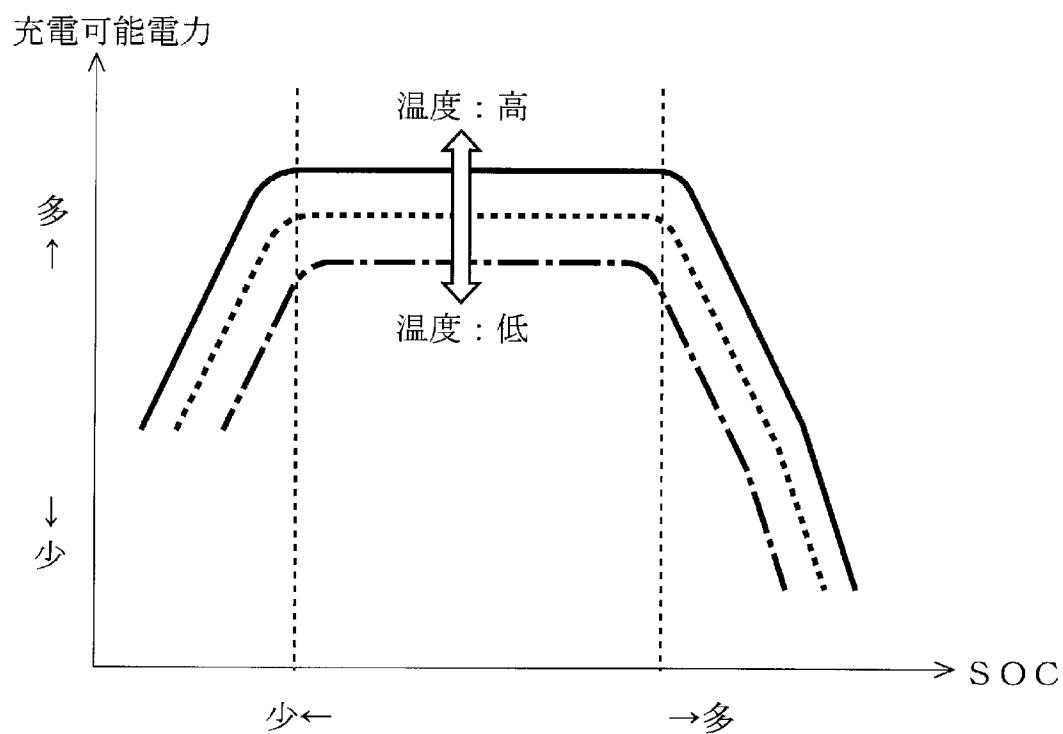
[図2]



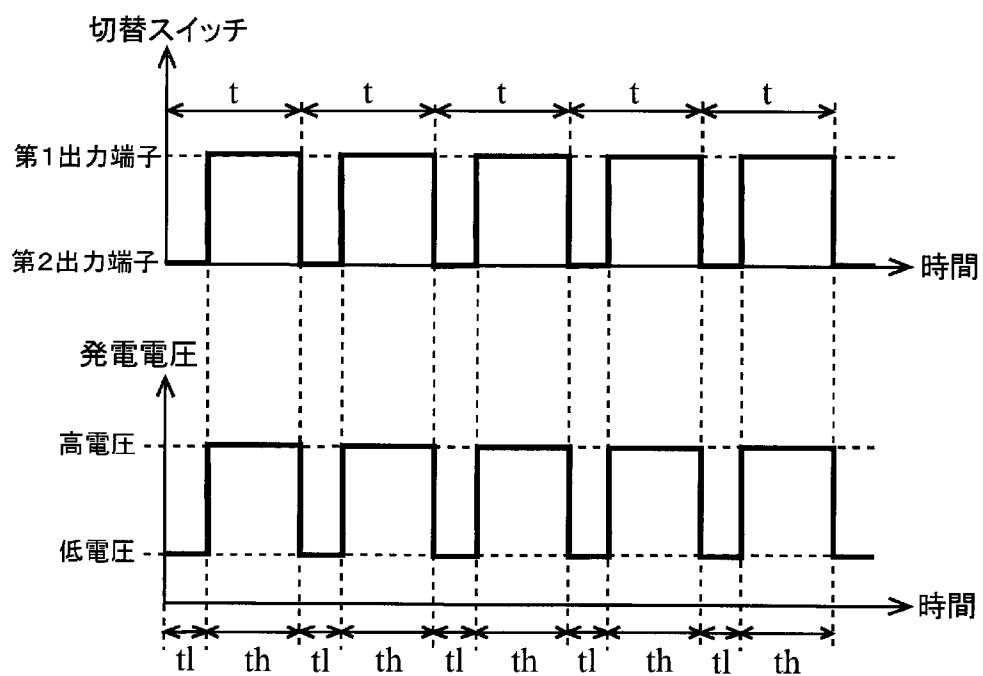
[図3]



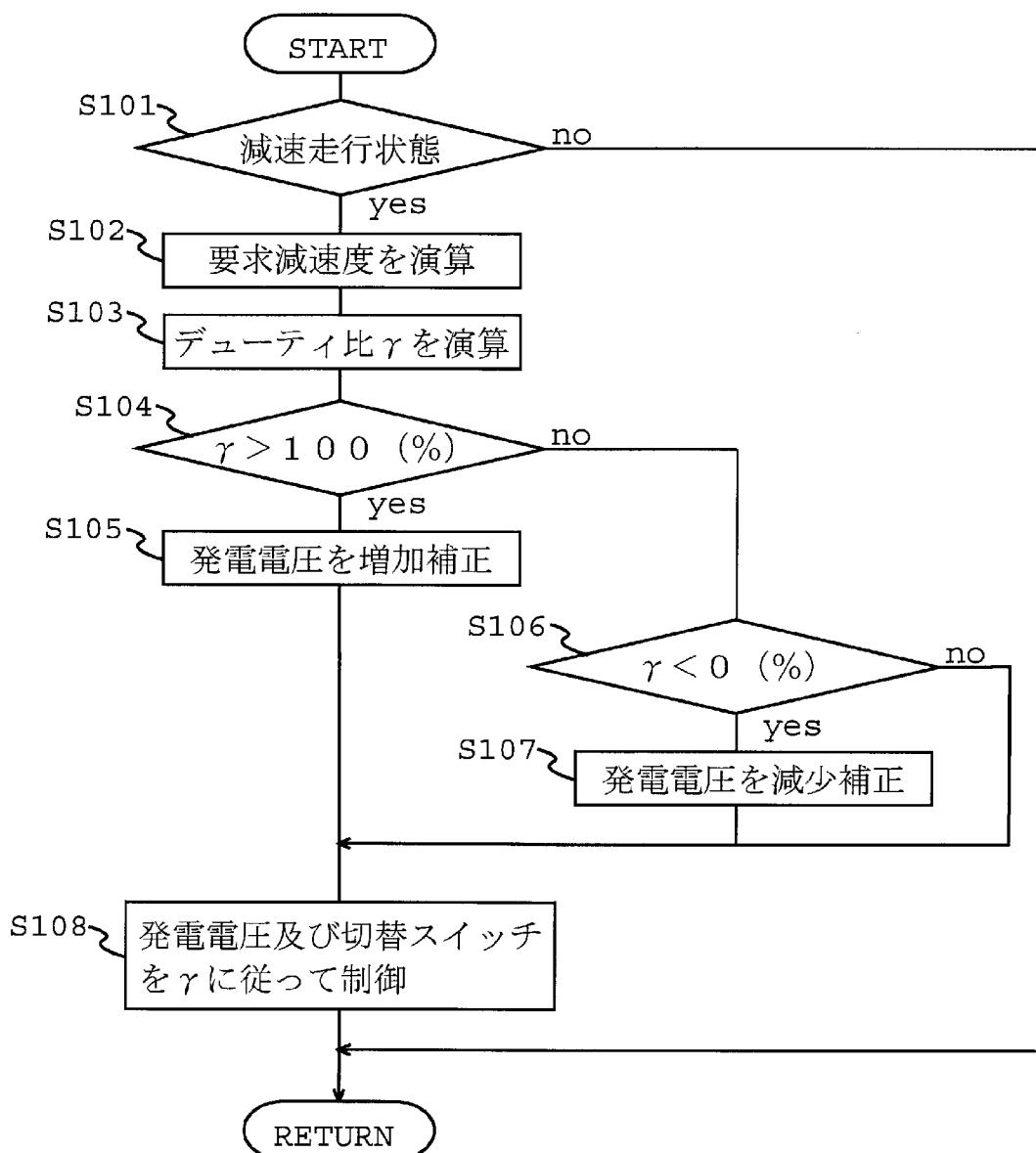
[図4]



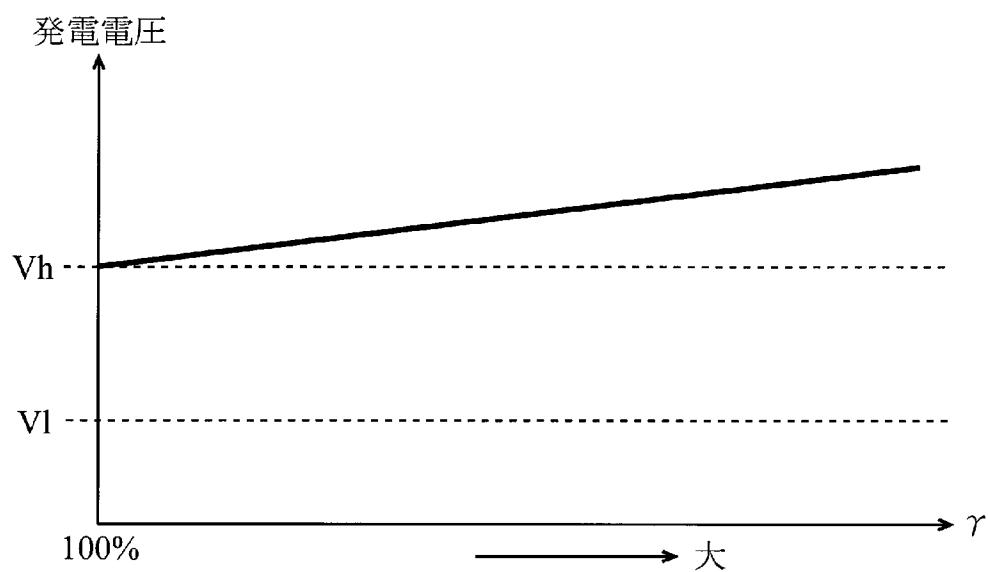
[図5]



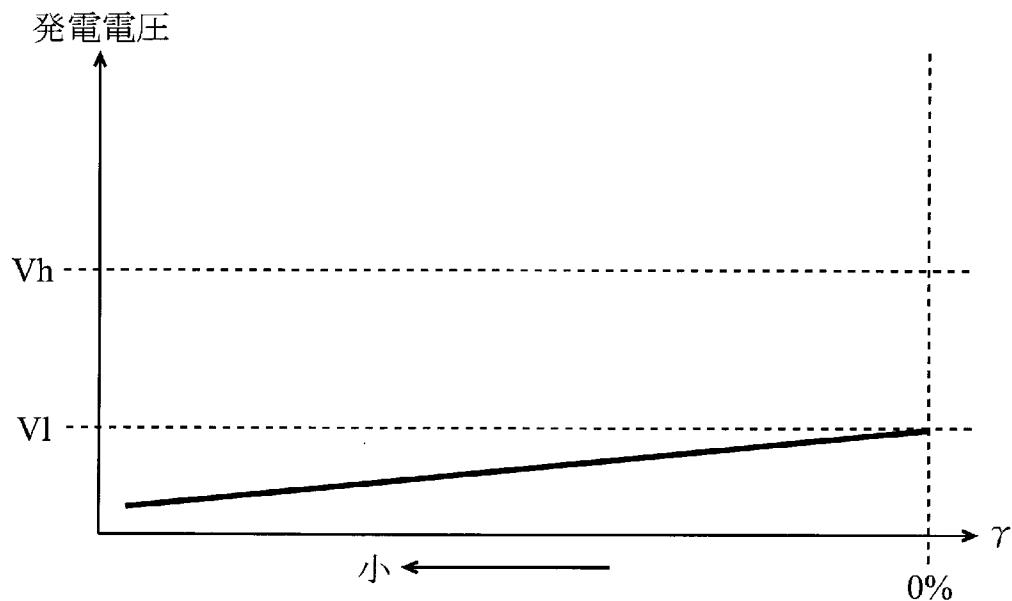
[図6]



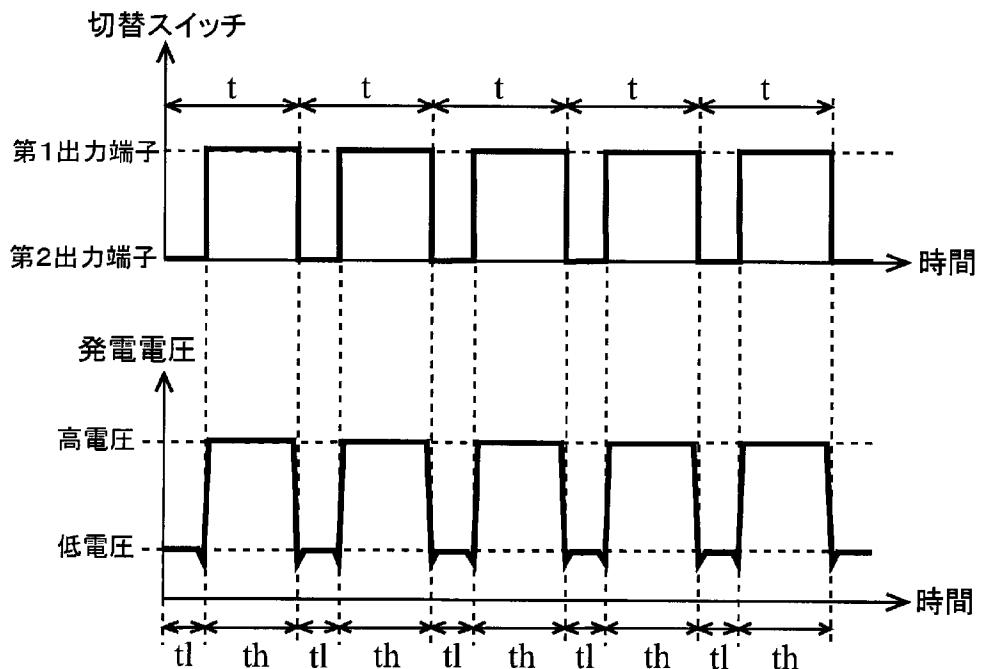
[図7]



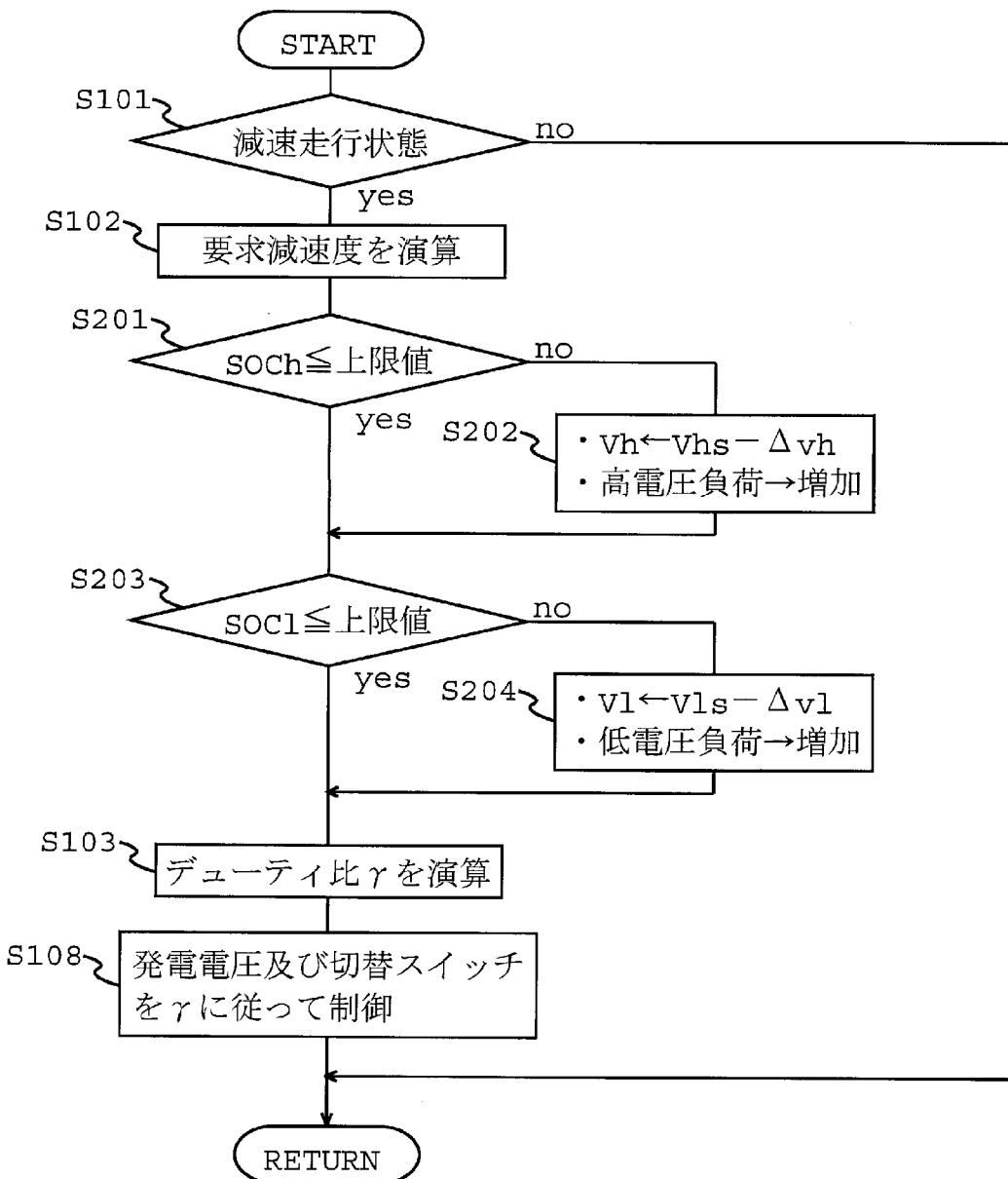
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P9/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P9/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-33794 A (AutoNetworks Technologies, Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0014] to [0021] (Family: none)	1-6
E, A	JP 2011-55639 A (Toyota Motor Corp.), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraphs [0034] to [0050] (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 09 May, 2011 (09.05.11)

Date of mailing of the international search report
 17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P9/04 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-33794 A (株式会社オートネットワーク技術研究所) 2009.02.12, 段落【0014】-【0021】(ファミリーなし)	1-6
EA	JP 2011-55639 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.03.17, 段落【0034】-【0050】(ファミリーなし)	1-6

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.05.2011

国際調査報告の発送日

17.05.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/JP）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

3V 9064

牧 初

電話番号 03-3581-1101 内線 3358