

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5670403号
(P5670403)

(45) 発行日 平成27年2月18日(2015.2.18)

(24) 登録日 平成26年12月26日(2014.12.26)

(51) Int.Cl.

F I

B60L 7/14 (2006.01)
H02P 27/06 (2006.01)
B62M 1/10 (2010.01)
B62M 6/45 (2010.01)

B60L 7/14
H02P 5/41 303Z
B62M 1/10 Z
B62M 6/45

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-237964 (P2012-237964)
(22) 出願日 平成24年10月29日(2012.10.29)
(65) 公開番号 特開2014-90539 (P2014-90539A)
(43) 公開日 平成26年5月15日(2014.5.15)
審査請求日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(73) 特許権者 000204284
太陽誘電株式会社
東京都台東区上野6丁目16番20号
(74) 代理人 100103528
弁理士 原田 一男
(72) 発明者 保坂 康夫
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
(72) 発明者 浅沼 和夫
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
(72) 発明者 白川 弘和
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ駆動制御装置及び電動アシスト車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

搭乗者による回生制御の開始指示又は停止指示を検出する検出部と、

前記検出部により前記回生制御の開始指示を検出すると、当該検出時における第1の車速を特定すると共に回生目標量に対する制御係数に所定の値を設定し、前記検出部により前記回生制御の停止指示を検出するまで、現在車速が前記第1の車速より速い場合には前記制御係数の値を増加させ、前記現在車速が前記第1の車速より遅い場合には前記制御係数の値を減少させる制御係数算出部と、

前記制御係数算出部からの前記制御係数の値と前記回生目標量とから、モータの駆動を制御する制御部と、

を有し、

前記制御係数算出部が、

前記検出部により前記回生制御の停止指示を検出する前に前記回生制御の開始指示を再度検出すると、当該再度の検出時における第2の車速を特定し、現在車速が前記第2の車速より速い場合には前記制御係数の値を増加させ、前記現在車速が前記第2の車速より遅い場合には前記制御係数の値を減少させる

モータ駆動制御装置。

【請求項2】

前記制御係数の上限値及び下限値が設定されており、

前記制御係数算出部が、

前記上限値を超えず且つ前記下限値を下回らないように、前記制御係数の値を変更する請求項1記載のモータ駆動制御装置。

【請求項3】

前記制御係数算出部が、
前記検出部から前記回生制御の停止指示を検出すると、前記回生制御を停止する請求項1又は2記載のモータ駆動制御装置。

【請求項4】

前記回生制御の開始指示が、ペダルの所定位相角以上の逆回転、前記回生制御の開始指示のための指示スイッチのオン、又はブレーキスイッチが所定時間内に連続してオンになったことにより検出される

10

請求項1乃至3のいずれか1つ記載のモータ駆動制御装置。

【請求項5】

前記回生制御の停止指示が、ペダルの所定位相角以上の正回転、トルク入力、前記回生制御の開始指示のための指示スイッチのオフ、又はブレーキスイッチが所定時間内に連続してオンになったことにより検出される

請求項1乃至4のいずれか1つ記載のモータ駆動制御装置。

【請求項6】

前記制御係数算出部が、

前記制御係数の値が当該制御係数の下限値に達した後前記現在車速が前記第1の車速より速くなれば、前記回生制御の開始指示を検出せずとも前記制御係数の値を増加させる

20

請求項2記載のモータ駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動アシスト車における回生制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

バッテリーの電力を使用してモータを駆動する電動自転車などの電動アシスト車には、ブレーキレバーにセンサを設け、乗員によるブレーキの操作に応じてモータを回生動作させることで車両の運動エネルギーをバッテリーに回収し、走行距離を向上させる技術が用いら

30

れている物がある。

【0003】

また、自転車の場合、自動車や自動二輪車と異なりエンジンブレーキがないため、長い下り坂において過度な加速で危険を感じるため、ブレーキ操作で速度を制御することになる。しかしながら、このようなブレーキ操作は、搭乗者にとっては煩わしかったり、継続したブレーキ操作により手が疲れるという問題がある。

【0004】

さらに、電動自転車などの電動アシスト車には、予めなされている設定に従って自動的に回生制動を行うという技術もあるが、予めなされている設定が搭乗者の意図に沿ったものであるとは限らない。すなわち、長い下り坂で搭乗者が快適と感じる速度は、道幅や天候状況、搭乗者の体調等により変化する。従って、搭乗者によっては、ストレスを感じるような過度な減速が行われたり、逆に減速が足りずに危険を感じたりする場合がある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平10-81290号公報

【特許文献2】特開2008-44414号公報

【特許文献3】特開2010-35376号公報

【特許文献4】特開2011-83081号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

従って、本発明の目的は、一側面によれば、搭乗者の意図を加味して回生制動力が働くようにするための技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明に係るモータ駆動制御装置は、(A)搭乗者による回生制御の開始指示又は停止指示を検出する検出部と、(B)検出部により回生制御の開始指示を検出すると、当該検出時における第1の車速を特定すると共に回生目標量に対する制御係数に所定の値を設定し、検出部により回生制御の停止指示を検出するまで、現在車速が第1の車速より速い場合には制御係数の値を増加させ、現在車速が第1の車速より遅い場合には制御係数の値を減少させる制御係数算出部と、(C)制御係数算出部からの制御係数の値と回生目標量とから、モータの駆動を制御する制御部とを有する。

10

【0008】

このようにすれば搭乗者の意図を加味して回生制動力が働くようになり、可能な限り第1の車速が維持されるように回生制御が行われるようになる。よって、搭乗者が、自らブレーキ操作を繰り返したり維持したりすることなく、適度に回生制動力が効くようになる。

【0009】

また、上で述べた制御係数算出部が、検出部により回生制御の停止指示を検出する前に回生制御の開始指示を再度検出すると、当該再度の検出時における第2の車速を特定し、現在車速が第2の車速より速い場合には制御係数の値を増加させ、現在車速が第2の車速より遅い場合には制御係数の値を減少させるようにしても良い。このようにすれば、回生制御の停止指示を行うことなく、状況の変化に応じて搭乗者が簡易に意図の変更を指示できるようになる。

20

【0010】

さらに、上で述べた制御係数算出部が、検出部から回生制御の停止指示を検出すると、回生制御を解除するように動作する。即ち、搭乗者の意図に応じて設定変更を行うものである。

【0011】

また、上で述べた回生制御の開始指示が、ペダルの所定位相角以上の逆回転、回生制御の開始指示のための指示スイッチのオン、又はブレーキスイッチが所定時間内に連続してオンになったことにより検出される場合もある。簡易に指示できる手段を採用できる。

30

【0012】

さらに、回生制御の停止指示が、ペダルの所定位相角以上の正回転、トルク入力、回生制御の開始指示のための指示スイッチのオフ、又はブレーキスイッチ(例えば開始指示とは別のブレーキスイッチ)が所定時間内に連続してオンになったことにより検出される場合もある。

【0013】

また、上で述べた制御係数算出部が、制御係数の値が当該制御係数の下限値に達した後現在車速が第1の車速より速くなれば、回生制御の開始指示を検出せずとも制御係数の値を増加させるようにしても良い。このように自動的に回生制動が再開するので、搭乗者は煩わしい操作を繰り返さずとも良くなる。

40

【0014】

なお、上で述べたような処理をマイクロプロセッサに実施させるためのプログラムを作成することができ、当該プログラムは、例えばフレキシブル・ディスク、CD-ROMなどの光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ(例えばROM)、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体又は記憶装置に格納される。なお、処理途中のデータについては、RAM(Random Access Memory)等の記憶装置に一時保管される。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 5 】

一側面によれば、搭乗者の意図を加味した回生制動力が働くようになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】図 1 は、モータ付き自転車の外観を示す図である。

【図 2】図 2 は、ブレーキセンサを説明するための図である。

【図 3】図 3 は、モータ駆動制御器の機能ブロック図である。

【図 4】図 4 (a) 乃至 (1) は、モータ駆動の基本動作を説明するための波形図である。

【図 5】図 5 は、演算部の機能ブロック図である。

10

【図 6】図 6 は、演算部の機能ブロック図である。

【図 7】図 7 は、速度に応じた最高効率最大電力を表す図である。

【図 8】図 8 は、速度と目標回生量との関係を表す図である。

【図 9】図 9 は、制御係数と速度との関係を表す図である。

【図 1 0】図 1 0 は、制御係数の時間変化の一例を示す図である。

【図 1 1】図 1 1 は、メインの処理フローを示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、メインの処理フローを示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、回生制御の一例を示す図である。

【図 1 4】図 1 4 は、回生制御の一例を示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、回生制御の一例を示す図である。

20

【図 1 6】図 1 6 は、マイクロプロセッサで実施する場合の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本実施の形態における電動アシスト車であるモータ付き自転車の一例を示す外観図である。このモータ付き自転車 1 は、モータ駆動装置を搭載している。モータ駆動装置は、二次電池 1 0 1 と、モータ駆動制御器 1 0 2 と、トルクセンサ 1 0 3 と、ブレーキセンサ 1 0 4 a 及び 1 0 4 b と、モータ 1 0 5 と、ペダル回転センサ 1 0 7 とを有する。なお、図 1 には示されていないが、モータ駆動装置は、本実施の形態に係る回生制御を指示するための指示スイッチ 1 0 6 をも有する。

【 0 0 1 8 】

30

二次電池 1 0 1 は、例えば供給最大電圧（満充電時の電圧）が 2 4 V のリチウムイオン二次電池であるが、他種の電池、例えばリチウムイオンポリマー二次電池、ニッケル水素蓄電池などであっても良い。

【 0 0 1 9 】

トルクセンサ 1 0 3 は、クランク軸に取付けられたホイールに設けられており、搭乗者によるペダルの踏力を検出し、この検出結果をモータ駆動制御器 1 0 2 に出力する。ペダル回転センサ 1 0 7 は、トルクセンサ 1 0 3 と同様に、クランク軸に取付けられたホイールに設けられており、回転に応じた信号をモータ駆動制御器 1 0 2 に出力する。なお、ペダル回転センサ 1 0 7 は、回転位相角に加えて、ペダルの正転又は逆転といった回転方向についても検出可能であるものとする。

40

【 0 0 2 0 】

ブレーキセンサ 1 0 4 a は、図 2 のように、ハンドル部 9 0 の左端に設けられたグリップ 9 1 a と、ブレーキレバー 9 3 a とをある程度握った状態になると、オン状態になって当該オン状態を表す信号をモータ駆動制御器 1 0 2 に伝えるようになっている。また、グリップ 9 1 a 及びブレーキレバー 9 3 a を握る程度に応じてブレーキワイヤ 9 2 a が引かれて、例えば後輪が機械的に制動される。

【 0 0 2 1 】

ブレーキセンサ 1 0 4 b も、グリップ 9 1 b とブレーキレバー 9 3 b とをある程度握った状態になると、オン状態になって、当該オン状態を表す信号をモータ駆動制御器 1 0 2 に伝えるようになっている。また、グリップ 9 1 b 及びブレーキレバー 9 3 b を握る程度

50

に応じてブレーキワイヤ 9 2 b が引かれて、例えば前輪が機械的に制動される。

【 0 0 2 2 】

より詳しくは、ブレーキセンサ 1 0 4 a 及び 1 0 4 b は、例えば磁石と周知のリードスイッチとから構成されている。磁石は、ブレーキレバー 9 3 a 及び 9 3 b を固定するとともにブレーキワイヤ 9 2 a 及び 9 2 b が送通される筐体内において、ブレーキレバー 9 3 a 及び 9 3 b に連結されたブレーキワイヤ 9 2 a 及び 9 2 b に固定されている。ブレーキレバー 9 3 a 及び 9 3 b が手で握られたときにリードスイッチをオン状態にするようになっている。また、リードスイッチは筐体内に固定されている。このリードスイッチの信号はモータ駆動制御器 1 0 2 に送られる。なお、ブレーキセンサ 1 0 4 a 及び 1 0 4 b の構成は、このような方式に限定されるものではなく、光学的にブレーキ操作を検出する方法、機械的なスイッチによりブレーキ操作を検出する方法、電気抵抗の変動によりブレーキ操作を検出する方法などであってもよい。

10

【 0 0 2 3 】

また、図 2 には、例えばグリップ 9 1 a 付近に、本実施の形態に係る回生制御の開始又は停止を指示するための指示スイッチ 1 0 6 が備えられている。このように、グリップ 9 1 a 付近に設けることによって、グリップ 9 1 a を握ったまま指示スイッチ 1 0 6 をオン又はオフさせることができる。指示スイッチ 1 0 6 による指示信号は、モータ駆動制御器 1 0 2 に伝えられる。なお、指示スイッチ 1 0 6 は、グリップ 9 1 b 付近に設けるようにしても良い。

【 0 0 2 4 】

20

指示スイッチ 1 0 6 は、(1) 左右に倒すタイプのスイッチ 1 つで左は ON、右は OFF とするタイプ、(2) 2 つのスイッチを用意して、1 つは ON、1 つは OFF とするタイプ、(3) 1 つのスイッチを押す毎に ON、OFF を切り替えるタイプなどが利用できる。本実施の形態では、ON を継続して入力できるタイプが相応しい。

【 0 0 2 5 】

モータ 1 0 5 は、例えば周知の三相直流ブラシレスモータであり、例えばモータ付き自転車 1 の前輪に装着されている。モータ 1 0 5 は、前輪を回転させるとともに、前輪の回転に応じてローターが回転するように、ローターが前輪に連結されている。さらに、モータ 1 0 5 はホール素子等の回転センサを備えてローターの回転情報（すなわちホール信号）をモータ駆動制御器 1 0 2 に出力する。

30

【 0 0 2 6 】

このようなモータ付き自転車 1 のモータ駆動制御器 1 0 2 に関連する構成を図 3 に示す。モータ駆動制御器 1 0 2 は、制御器 1 0 2 0 と、FET (Field Effect Transistor) ブリッジ 1 0 3 0 とを有する。FETブリッジ 1 0 3 0 には、モータ 1 0 5 の U 相についてのスイッチングを行うハイサイド FET (S_{uh}) 及びローサイド FET (S_{ul}) と、モータ 1 0 5 の V 相についてのスイッチングを行うハイサイド FET (S_{vh}) 及びローサイド FET (S_{vl}) と、モータ 1 0 5 の W 相についてのスイッチングを行うハイサイド FET (S_{wh}) 及びローサイド FET (S_{wl}) とを含む。この FETブリッジ 1 0 3 0 は、コンプリメンタリ型スイッチングアンプの一部を構成している。

【 0 0 2 7 】

40

また、制御器 1 0 2 0 は、演算部 1 0 2 1 と、指示入力部 1 0 2 2 と、ペダル回転入力部 1 0 2 3 と、車速入力部 1 0 2 4 と、可変遅延回路 1 0 2 5 と、モータ駆動タイミング生成部 1 0 2 6 と、トルク入力部 1 0 2 7 と、ブレーキ入力部 1 0 2 8 と、AD 入力部 1 0 2 9 とを有する。

【 0 0 2 8 】

演算部 1 0 2 1 は、ペダル回転入力部 1 0 2 3 からの入力、指示入力部 1 0 2 2 からの入力、車速入力部 1 0 2 4 からの入力、トルク入力部 1 0 2 7 からの入力、ブレーキ入力部 1 0 2 8 からの入力、AD (Analog-Digital) 入力部 1 0 2 9 からの入力を用いて以下で述べる演算を行って、モータ駆動タイミング生成部 1 0 2 6 及び可変遅延回路 1 0 2 5 に対して出力を行う。なお、演算部 1 0 2 1 は、メモリ 1 0 2 1 1 を有しており、メモリ

50

10211は、演算に用いる各種データ及び処理途中のデータ等を格納する。さらに、演算部1021は、プログラムをプロセッサが実行することによって実現される場合もあり、この場合には当該プログラムがメモリ10211に記録されている場合もある。

【0029】

指示入力部1022は、指示スイッチ106からのオン又はオフを表す信号を演算部1021に出力する。ペダル回転入力部1023は、ペダル回転センサ107からの、ペダル回転位相角及び回転方向を表す信号を、ディジタル化して演算部1021に出力する。車速入力部1024は、モータ105が出力するホール信号から現在車速を算出して、演算部1021に出力する。トルク入力部1027は、トルクセンサ103からの踏力に相当する信号をディジタル化して演算部1021に出力する。ブレーキ入力部1028は、
10
ブレーキセンサ104a及び104bからの信号に応じて、オン信号をいずれのブレーキセンサ104a及び104bからも受信しないブレーキなし状態、ブレーキセンサ104a又は104bからオン信号を受信しているブレーキ状態のいずれかを表す信号を演算部1021に出力する。AD入力部1029は、二次電池101からの出力電圧をディジタル化して演算部1021に出力する。また、メモリ10211は、演算部1021とは別に設けられる場合もある。

【0030】

演算部1021は、演算結果として進角値を可変遅延回路1025に出力する。可変遅延回路1025は、演算部1021から受け取った進角値に基づきホール信号の位相を調整してモータ駆動タイミング生成部1026に出力する。演算部1021は、演算結果として例えばPWM(Pulse Width Modulation)のデューティ比に相当するPWMコードをモータ駆動タイミング生成部1026に出力する。モータ駆動タイミング生成部1026は、可変遅延回路1025からの調整後のホール信号と演算部1021からのPWMコードとに基づいて、FETブリッジ1030に含まれる各FETに対するスイッチング信号を生成して出力する。
20

【0031】

図4(a)乃至(1)を用いて図3に示した構成によるモータ駆動の基本動作を説明する。図4(a)はモータ105が出力したU相のホール信号HUを表し、図4(b)はモータ105が出力したV相のホール信号HVを表し、図4(c)はモータ105が出力したW相のホール信号HWを表す。このように、ホール信号はモータの回転位相を表している。
30
なお、ここでは回転位相を連続値として得られるわけではないが、他のセンサ等により得られるようにしてもよい。以下でも述べるように、本実施の形態では、モータ105のホール素子を、ホール信号が図4で示すように若干進んだ位相で出力されるよう設置して、可変遅延回路1025で調整可能なようにしている。従って、図4(d)に示すようなU相の調整後ホール信号HU__Inが可変遅延回路1025からモータ駆動タイミング生成部1026に出力され、図4(e)に示すようなV相の調整後ホール信号HV__Inが可変遅延回路1025からモータ駆動タイミング生成部1026に出力され、図4(f)に示すようなW相の調整後ホール信号HW__Inが可変遅延回路1025からモータ駆動タイミング生成部1026に出力される。

【0032】

なお、ホール信号1周期を電気角360度として、6つのフェーズに分けられる。
40

【0033】

また、図4(g)乃至(i)に示すように、U相の端子にMotor_U逆起電力、V相の端子にMotor_V逆起電力、W相の端子にMotor_W逆起電力という逆起電力電圧が発生する。このようなモータ逆起電力電圧に位相を合わせて駆動電圧を与えモータ105を駆動するためには、図4(j)乃至(1)に示すようなスイッチング信号をFETブリッジ1030の各FETのゲートに出力する。図4(j)のU__HSはU相のハイサイドFET(S_{uh})のゲート信号を表しており、U__LSはU相のローサイドFET(S_{ul})のゲート信号を表している。PWM及び「/PWM」は、演算部1021の演算結果であるPWMコードに応じたデューティ比でオン/オフする期間を表しており、コンプリメンタリ型であ
50

るからPWMがオンであれば/PWMはオフとなり、PWMがオフであれば/PWMはオンとなる。ローサイドFET(S_{ul})の「On」の区間は、常にオンとなる。図4(k)のV_{HS}はV相のハイサイドFET(S_{vh})のゲート信号を表しており、V_{LS}はV相のローサイドFET(S_{vl})のゲート信号を表している。記号の意味は図4(j)と同じである。さらに、図4(l)のW_{HS}はW相のハイサイドFET(S_{wh})のゲート信号を表しており、W_{LS}はW相のローサイドFET(S_{wl})のゲート信号を表している。記号の意味は図4(j)と同じである。

【0034】

このようにU相のFET(S_{uh} 及び S_{ul})は、フェーズ1及び2でPWMのスイッチングを行い、U相のローサイドFET(S_{ul})は、フェーズ4及び5でオンになる。また、V相のFET(S_{vh} 及び S_{vl})は、フェーズ3及び4でPWMのスイッチングを行い、V相のローサイドFET(S_{vl})は、フェーズ6及び1でオンになる。さらに、W相のFET(S_{wh} 及び S_{wl})は、フェーズ5及び6でPWMのスイッチングを行い、W相のローサイドFET(S_{wl})は、フェーズ2及び3でオンになる。

【0035】

このような信号を出力してデューティ比を適切に制御すれば、モータ105を所望のトルクで駆動できるようになる。

【0036】

次に、演算部1021の機能ブロック図を図5及び図6に示す。まず、図5に、トリガ信号を出力するための機能ブロック図を示す。図5に示すように、イベント検出部1210は、ブレーキ入力部1028と、ペダル回転入力部1023と、指示入力部1022とに接続されている。

【0037】

本実施の形態では、(A)指示スイッチ106から当該指示スイッチ106がオンされたことを表す信号を指示入力部1022が検出して、当該信号をイベント検出部1210に出力した場合、イベント検出部1210は、この信号に応じて回生制御の開始を表すトリガ信号を出力する。また、(B)ペダル回転入力部1023からペダル回転位相角及び回転方向を表す信号を受信し、イベント検出部1210が、予め定められている位相角度以上ペダルの逆回転を検出した場合に、回生制御の開始を表すトリガ信号を出力する。また、(C)ブレーキ入力部1028からのブレーキ状態を表す信号を受信して、イベント検出部1210が、ブレーキ104aとブレーキ104bとのいずれかが所定時間内に連続してオンとなったことを検出すると、回生制御の開始を表すトリガ信号を出力する。イベント検出部1210は、(A)乃至(C)の少なくとも1つについて処理するような構成であっても良い。

【0038】

さらに、本実施の形態では、回生制御の停止を表すトリガ信号を出力することなく、再度(A)乃至(C)のいずれかの状態を検出した場合には、回生制御の第2の開始を表すトリガ信号を出力する。

【0039】

一方、本実施の形態では、(D)指示スイッチ106から当該指示スイッチ106がオフされたことを表す信号を指示入力部1022が検出して、当該信号をイベント検出部1210に出力した場合、イベント検出部1210、この信号に応じて回生制御の停止を表すトリガ信号を出力する。また、(E)ペダル回転入力部1023からペダル回転位相角及び回転方向を表す信号を受信し、イベント検出部1210が、予めなされている位相角以上ペダルの正回転を検出した場合に、回生制御の停止を表すトリガ信号を出力する。さらに、(F)回生制御の開始を表すトリガ信号を出力した後に、ブレーキ入力部1028からのブレーキ状態を表す信号を受信して、イベント検出部1210が、(C)とは逆のブレーキ104a又はブレーキ104bが所定時間内に連続してオンとなったことを検出すると、回生制御の停止を表すトリガ信号を出力する。イベント検出部1210は、(D)乃至(F)の少なくとも1つについて処理するような構成であっても良い。

【 0 0 4 0 】

すなわち、搭乗者は、ブレーキにて回生制御についての指示を行っても良いし、ペダルによって回生制御についての指示を行っても良いし、指示スイッチ 1 0 6 によって回生制御についての指示を行うようにしても良い。そして、このような指示手段のうち少なくとも 1 つが用意されていればよい。

【 0 0 4 1 】

なお、ペダルによって回生制御についての指示を行う場合には、ペダル回転センサ 1 0 7 からの出力のみによって検出する場合もあれば、トルクセンサ 1 0 3 からの出力をも併せて用いる場合もある。また、ペダル回転センサ 1 0 7 を設けずに、他のセンサなどに加えて、トルクセンサ 1 0 3 からの出力を用いて回転制御の停止を検出するようにしても良い。

10

【 0 0 4 2 】

次に、トリガ信号を用いる部分の機能ブロック図を図 6 に示す。演算部 1 0 2 1 は、制御係数算出部 1 2 0 1 と、回生目標算出部 1 2 0 2 と、乗算器 1 2 0 3 と、PWMコード生成部 1 2 0 4 と、制御有効最終判定部 1 2 1 1 とを有する。なお、乗算器 1 2 0 3 と PWMコード生成部 1 2 0 4 とは、PWM制御部として動作する。

【 0 0 4 3 】

制御係数算出部 1 2 0 1 は、トリガ信号及び車速に応じて以下で述べるように制御係数を算出し、乗算器 1 2 0 3 に出力する。また、制御有効最終判断部 1 2 1 1 は、トルク入力部 1 0 2 7 からのトルク入力有り又は無しの入力とシェイプアップモード指示とに応じて、制御係数算出部 1 2 0 1 からの制御係数を乗算器 1 2 0 3 に出力するか否かを判定する。なお、シェイプアップモード指示は、例えば操作パネルなどからユーザにより入力される指示であり、無条件に回生を有効にするか否かを表す。より具体的には、制御有効最終判定部 1 2 1 1 は、トルク入力部 1 0 2 7 からのトルク入力有りの入力となれた場合、制御係数算出部 1 2 0 1 から出力される制御係数を一時的に下限値に変更して出力する。一方、トルク入力無しの入力がなされている場合には、制御有効最終判定部 1 2 1 1 は、制御係数算出部 1 2 0 1 から出力される制御係数をそのまま出力する。また、制御有効最終判定部 1 2 1 1 は、シェイプアップモード指示がある場合、すなわちシェイプアップモードと言われるようなトルク入力中でも意図的に回生を行うようなモードの場合には、トルク入力があっても制御係数算出部 1 2 0 1 から出力される制御係数をそのまま出力する。

20

30

【 0 0 4 4 】

そして、回生目標算出部 1 2 0 2 は、車速入力部 1 0 2 4 からの車速などに応じて回生目標量を算出し、乗算器 1 2 0 3 に出力する。乗算器 1 2 0 3 は、制御係数と回生目標量とを乗算して乗算結果を PWMコード生成部 1 2 0 4 に出力する。PWMコード生成部 1 2 0 4 は、乗算器 1 2 0 3 からの出力と車速などから、PWMのデューティ比に相当する PWMコードを生成して、モータ駆動タイミング生成部 1 0 2 6 に出力する。

【 0 0 4 5 】

上で述べたように回生目標算出部 1 2 0 2 は、車速などに応じて回生目標量を算出する。例えば、図 7 に示すように、車速によって回生効率が最大となる電力量が決まっており、図 8 に示すように、このように回生効率が最大となる電力量を生じさせるように例えば車速に応じて回生目標量を設定することが好ましい。但し、回生目標量については、電力量、デューティ、トルク、電流量など、PWMコード生成部 1 2 0 4 における演算で用いられる単位の量について設定する。例えば、トルク単位で演算を行う場合には、回生効率が最大となるようなトルクと車速の関係を予め特定しておき、回生目標算出部 1 2 0 2 が、現在の車速に応じてトルクの目標量を算出する。なお、ブレーキによって車速が減少すれば、回生目標量も減少する。また、図 8 に示すようなカーブは一例であり、モータや電池保護等の観点でカーブが設定される場合もある。

40

【 0 0 4 6 】

乗算器 1 2 0 3 は、制御有効最終判定部 1 2 1 1 から出力された制御係数の値 C と、回

50

生目標算出部 1202 から出力された回生目標量 V とを乗算し、 $C \times V$ を PWM コード生成部 1204 に出力する。PWM コード生成部 1204 は、車速などと $C \times V$ とに応じてデューティ比に応じた PWM コードを生成する。例えば、 V がトルクであれば $C \times V$ もトルクとなるので、トルク $C \times V$ と、車速に応じたトルクとから、例えば変換係数などによって PWM コードに変換する。

【0047】

次に、制御係数算出部 1201 の演算内容について図 9 乃至図 15 を用いて説明する。図 9 に、速度と制御係数との関係を表す図を示す。本実施の形態では、回生制御の開始指示を表すトリガ信号を受信すると、制御係数算出部 1201 は、当該トリガ信号を受信した時点における車速 V_1 をメモリ 10211 等に保持しておき、その後の車速が当該速度 V_1 以上であれば、基本的には予め定められている制御係数の上限値を出力するようにする。

10

【0048】

但し、回生制御量を最初から大きな値にすることや、急に回生制御量を 0 にするという制御を行うと、搭乗者に違和感を与えることになる。従って、図 10 に示すように、例えば時刻 t_1 で回生制御の開始が指示されると、例えば期間 T_1 だけかけて徐々に制御係数の値が上昇し、時刻 t_2 で制御係数の値が上限値に達するようなスルーレート制御が好ましい。同様に、時刻 t_3 で回生制御の停止が指示されても、例えば期間 T_2 だけかけて徐々に制御係数の値を減少させ、時刻 t_4 で制御係数の値が下限値に達するようなスルーレート制御が好ましい。

20

【0049】

なお、本実施の形態では、制御係数の上限値は「1」を想定しているが、「1」以上の数値を設定するようにしてもよい。場合によっては、制御係数の上限値が時間によって可変の場合もある。制御係数の下限値についても「0」を想定しているが、「0」以外の値を設定するようにしても良い。場合によっては、制御係数の下限値が時間によって可変の場合もある。

【0050】

次に、制御係数算出部 1201 の処理フローを図 11 及び図 12 を用いて説明する。制御係数算出部 1201 は、制御中フラグが ON に設定されているか判断する（図 11：ステップ S1）。制御中フラグは、回生制御中であれば ON にセットされ、回生制御中でなければ OFF にセットされる。制御中フラグが ON であれば、処理は端子 A を介して図 12 の処理に移行する。

30

【0051】

一方、制御中フラグが OFF であれば、制御係数算出部 1201 は、回生制御の開始条件を満たしているか否かを判断する（ステップ S3）。回生制御の開始条件とは、トリガ信号が回生制御の開始を表す信号であるという条件である。すなわち、上で述べた（A）乃至（C）の場合である。回生制御の開始条件が満たされていない場合には、処理はステップ S11 に移行する。

【0052】

一方、回生制御の開始条件が満たされている場合には、制御係数算出部 1201 は、制御中フラグを ON にセットする（ステップ S5）。そして、制御係数算出部 1201 は、現在車速を V_1 としてメモリ 10211 等に格納する（ステップ S7）。さらに、制御係数算出部 1201 は、制御係数に、予め定められている初期値をセットする（ステップ S9）。初期値は 0 の場合もあれば、例えば 0 に近い正の値の場合もある。この制御係数の値は、乗算器 1203 に出力され、回生目標算出部 1202 からの出力である回生目標値との積が算出され、当該積は PWM コード生成部 1204 に出力される。

40

【0053】

そして、制御係数算出部 1201 は、処理を終了する段階であるか判断する（ステップ S11）。例えば、搭乗者から電源オフが指示されたか否かを判断する。処理終了でない場合には、処理はステップ S1 に戻る。一方、処理を終了する段階であれば、処理を終了

50

する。

【 0 0 5 4 】

次に、図 1 2 の処理の説明に移行して、制御係数算出部 1 2 0 1 は、回生制御の停止条件が満たされたか判断する（ステップ S 1 3）。回生制御の停止条件とは、トリガ信号が回生制御の停止を表すトリガ信号であるという条件である。すなわち、上で述べた（D）乃至（G）の場合である。回生制御の停止条件が満たされた場合には、制御係数算出部 1 2 0 1 は、制御中フラグを OFF にセットする（ステップ S 1 5）。そして、制御係数算出部 1 2 0 1 は、制御係数を 0 にセットする（ステップ S 1 7）。なお、0 ではなく所定の下限值である場合もある。その後処理は端子 B を介して図 1 1 のステップ S 1 1 に戻る。

10

【 0 0 5 5 】

一方、回生制御の停止条件が満たされていない場合には、制御係数算出部 1 2 0 1 は、再度開始条件を満たすようになったか判断する（ステップ S 1 9）。すなわち、トリガ信号が回生制御の第 2 の開始を表す信号であるという条件である。具体的には、回生制御の停止を表すトリガ信号を出力することなく、再度上で述べた（A）乃至（C）の状態を検出した結果として、回生制御の第 2 の開始を表す信号を受信した場合である。

【 0 0 5 6 】

再度開始条件を満たすようになった場合には、制御係数算出部 1 2 0 1 は、現在速度 V 1 をメモリ 1 0 2 1 1 等に格納する（ステップ S 2 1）。そして処理はステップ S 2 3 に移行する。一方、再度開始条件を満たしているわけではない場合には、処理はステップ S 2 3 に移行する。

20

【 0 0 5 7 】

そして、制御係数算出部 1 2 0 1 は、現在車速がメモリ 1 0 2 1 1 等に保持されている V 1 より大きいか判断する（ステップ S 2 3）。現在車速が V 1 より大きい場合には、制御係数算出部 1 2 0 1 は、制御係数 + V_u により制御係数の値を更新する（ステップ S 2 5）。但し、予め定められている上限値（例えば 1）を超えて増加させることはない。

V_u については予め設定されている増分量である。この制御係数の新たな値は、乗算器 1 2 0 3 に出力される。そして処理は端子 B を介して図 1 1 のステップ S 1 1 に戻る。

【 0 0 5 8 】

一方、現在車速が V 1 より小さい場合には、制御係数算出部 1 2 0 1 は、制御係数 - V_d により制御係数の値を更新する（ステップ S 2 9）。但し、予め定められている下限値（例えば 0）を下回るように減少させることはない。 V_d については予め設定されている減分量である。 V_d は、 V_u と一致する場合もあれば一致しない場合もある。この制御係数の新たな値は、乗算器 1 2 0 3 に出力される。そして処理は端子 B を介して図 1 1 のステップ S 1 1 に戻る。一方、現在車速が V 1 より小さいわけではない場合、すなわち現在車速 = V 1 であると、処理は端子 B を介して図 1 1 のステップ S 1 1 に戻る。

30

【 0 0 5 9 】

以上のような処理を行うことで、回生制御の制御係数を、搭乗者による回生制御の開始指示に応じて設定される車速 V 1 と現在車速との差に応じて増減させ、可能な限り現在車速を車速 V 1 に近づける。これによって、搭乗者が好ましいと感じた車速 V 1 になるように制御がなされるようになる。すなわち、搭乗者がブレーキのオン及びオフを行う煩雑さが無くなり、継続的にブレーキをかけることによる手の疲れを回避することができるようになる。

40

【 0 0 6 0 】

但し、あくまで回生によるエネルギーの回収を主眼とするものであるから、回生効率や電池の充電限界からして、現在車速が速すぎて車速 V 1 になるように制御できない場合もある。さらに、坂が緩い等の理由で、現在車速が制御係数を下限値にしても車速 V 1 にできない場合も生ずる。但し、搭乗者からの明示的な回生制御の停止が指示されなければ、再度現在車速が増加して、車速 V 1 を超える状態になれば、制御係数が増加し始めて回生制御が自動的に開始するようになる。すなわち、搭乗者が都度都度指示せずとも良い。

50

【 0 0 6 1 】

さらに走行状態が変更になり、搭乗者が好ましいと感じる車速 V_1 が途中で変化する場合もある。この場合、本実施の形態では、回生制御の停止指示を行うことなく、再度回生制御の開始を指示することで、車速 V_1 が更新されるようになる。この点においても搭乗者の手間が省かれている。

【 0 0 6 2 】

図 1 1 及び図 1 2 に示した処理フローで実現される回生制御の例を図 1 3 乃至図 1 5 を用いて説明する。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 において上段は下り坂の標高の変化を表しており、このような坂を電動アシスト車で下る場合を考える。図 1 3 の下段は、車速と、回生制御の ON 又は OFF と、制御中フラグの ON 又は OFF との時間変化を表している。

10

【 0 0 6 4 】

時刻 t_{11} から緩い坂を電動アシスト車で下り始めると、車速は増加する。車速が増加して時刻 t_{12} で搭乗者は、加速抑制を欲すると、回生制御の開始指示を行う。この時刻 t_{12} の現在車速が V_1 であるものとする。そして、回生制御が開始され、制御中フラグが ON にセットされる。そうすると回生制動により車速上昇が抑制され、およそ車速は V_1 で維持される。緩い坂を下り終わる時刻 t_{13} になると、車速は自然に減少するので、制御係数が減少し始めて最終的には下限値になる。そうすると、回生制御は中断状態となり、制御中フラグはオンのままであっても、回生制動が無くなって、車速の過度な低下を回避して、自然な車速低下が生ずる。その後、時刻 t_{14} になると急坂を下ることになる。そうすると急激に車速が増加するが、制御中フラグはオンのままであるから、搭乗者は回生制御の開始を指示せずとも、車速が V_1 に達すると回生制御が自動的に再開され、回生制動による加速の抑制がなされるので、点線で示される回生制動なしの場合に比して車速の増加が緩やかになる。但し、急坂であるため加速が大きいので、回生制動の効果は限定的である。

20

【 0 0 6 5 】

また、他の例を考える。図 1 4 において上段は下り坂の標高の変化を表しており、このような坂を電動アシスト車で下る場合を考える。図 1 4 の下段は、車速と、回生制御の ON 又は OFF と、制御中フラグの ON 又は OFF との時間変化を表している。

30

【 0 0 6 6 】

時刻 t_{21} から緩い坂を電動アシスト車で下り始めると、車速は増加する。車速が増加して時刻 t_{22} で搭乗者は、加速抑制を欲すると、回生制御の開始指示を行う。この時刻 t_{22} の現在車速が V_1 であるものとする。そして、回生制御が開始され、制御中フラグが ON にセットされる。そうすると回生制動により車速上昇が抑制され、およそ車速は V_1 で維持される。その後、同じ坂を下っていても、道幅が広がるなどの周辺環境の変化により、例えば時刻 t_{23} で搭乗者は、車速増加の欲求を感じると、回生制御の停止指示を行う。そうすると、制御係数は下限値（例えば 0）になって回生制動が効かなくなるので、車速が増加し始める。その後、時刻 t_{24} には車速が V_2 ($> V_1$) となっているが、この時点において加速抑制を欲すると、搭乗者は回生制動の開始指示を再度行うことになる。但し、時刻 t_{23} で回生制御の停止指示がなされているので、図 1 2 の処理ではなく図 1 1 の処理で、時刻 t_{24} の現在車速が V_1 (図 1 4 では V_{12}) に設定される。そうすると、再度制御中フラグが ON になって、その後車速は V_{12} でおおよそ維持される。このように、回生制御の停止及び回生制御の開始を繰り返して適切な車速になるように回生制御を行うことができる。

40

【 0 0 6 7 】

さらに他の例を考える。図 1 5 は、図 1 3 及び図 1 4 と同様に、上段は下り坂の標高の変化を表しており、このような坂を電動アシスト車で下る場合を考える。図 1 5 の下段は、車速と、回生制御の ON 又は OFF と、制御中フラグの ON 又は OFF との時間変化を表している。

50

【 0 0 6 8 】

時刻 t_{31} から緩い坂を電動アシスト車で下り始めると、車速は増加する。車速が増加して時刻 t_{32} で搭乗者は、加速抑制を欲すると、回生制御の開始指示を行う。この時刻 t_{32} の現在車速が V_1 であるものとする。そして、回生制御が開始され、制御中フラグが ON にセットされる。そうすると回生制動により車速上昇が抑制され、おおよそ車速が V_1 で維持される。その後、緩い坂を下り終わる時刻 t_{33} になると、車速は自然に減少するので、制御係数が減少し始めて最終的には下限値になる。そうすると、回生制御は中断状態となり、制御中フラグはオンのままであっても、回生制動が無くなって、車速の過度な低下を回避して、自然な車速低下が生ずる。その後、時刻 t_{34} でさらに緩い坂を下ることになる。そうすると車速が緩やかに増加するが、道幅が狭い場合やその他の状況から搭乗者が、回生制御の停止を指示することなく、時刻 t_{35} で再度回生制御の開始を指示したものとする。そうすると、時刻 t_{35} における車速が V_1 (図 15 では V_{21}) に設定される。そうすると回生制動により車速上昇が抑制され、おおよそ車速が新たな V_2 で維持されるようになる。

10

【 0 0 6 9 】

以上のように、搭乗者は、簡易な方法で、適度な回生制動が自動的に得られるように指示を行うことができるようになる。また、回生制動が邪魔になる状態であれば自動的に回生制動が中断し、再度回生制動を行うべき状態に遷移すれば自動的に再開する。このようにブレーキを頻繁に掛けたりブレーキを継続的に掛けたりする手間を削減又は軽減できるようになる。さらに、搭乗者は、回生制動の程度を自由に変更することができ、走行状態などに応じて調整できるようになっている。

20

【 0 0 7 0 】

例えば搭乗者が車速 20 km/h 程度で走行することを望み、それ以上の車速上昇による空気抵抗の増加によるロス避けたいと希望したり、それ以上の速度になりそうときには運動エネルギーを回生することで走行距離を伸ばそうと希望する場合には、一度 20 km/h のときに回生制御を開始させれば、本回生制御が働いている状態を維持できるので便利で且つ効率的である。

【 0 0 7 1 】

以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるわけではない。例えば、指示スイッチ 106 で回生制御の開始を指示して、ペダルを所定位相角以上正回転させることで回生制御の停止を指示するといったように、複数の手段を組み合わせで開始及び停止を指示するようにしても良い。ブレーキの場合には、左ブレーキと右ブレーキとを異なる機能として指定するようにしても良い。

30

【 0 0 7 2 】

また、演算部 1021 の一部については専用の回路で実現される場合もあれば、マイクロプロセッサがプログラムを実行することで上記のような機能が実現される場合もある。

【 0 0 7 3 】

また、モータ駆動制御器 102 の一部又は全部については専用の回路で実現される場合もあれば、マイクロプロセッサがプログラムを実行することで上記のような機能が実現される場合もある。

40

【 0 0 7 4 】

この場合、モータ駆動制御器 102 は、図 16 に示すように、RAM (Random Access Memory) 4501 とプロセッサ 4503 と ROM (Read Only Memory) 4507 とセンサ群 4515 とがバス 4519 で接続されている。本実施の形態における処理を実施するためのプログラム及び存在している場合にはオペレーティング・システム (OS: Operating System) は、ROM 4507 に格納されており、プロセッサ 4503 により実行される際には ROM 4507 から RAM 4501 に読み出される。なお、ROM 4507 は、閾値その他のパラメータをも記録しており、このようなパラメータも読み出される。プロセッサ 4503 は、上で述べたセンサ群 4515 を制御して、測定値を取得する。また、処理途中のデータについては、RAM 4501 に格納される。なお、プロセッサ 4503

50

は、ROM 4507を含む場合もあり、さらに、RAM 4501を含む場合もある。本技術の実施の形態では、上で述べた処理を実施するための制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能なリムーバブル・ディスクに格納されて頒布され、ROMライターによってROM 4507に書き込まれる場合もある。このようなコンピュータ装置は、上で述べたプロセッサ4503、RAM 4501、ROM 4507などのハードウェアとプログラム（場合によってはOSも）とが有機的に協働することにより、上で述べたような各種機能を実現する。

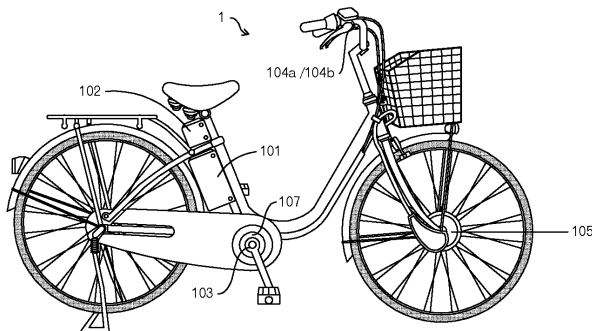
【符号の説明】

【0075】

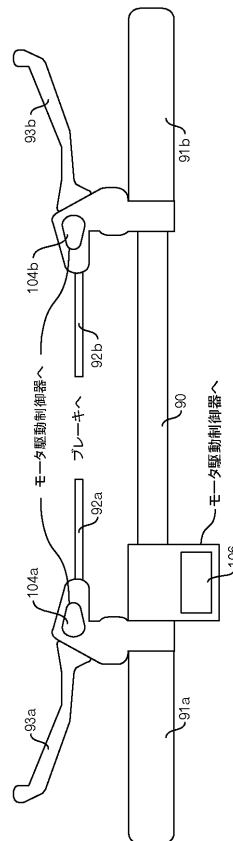
- 1201 制御係数算出部
- 1202 回生目標算出部
- 1203 乗算器
- 1204 PWMコード生成部

10

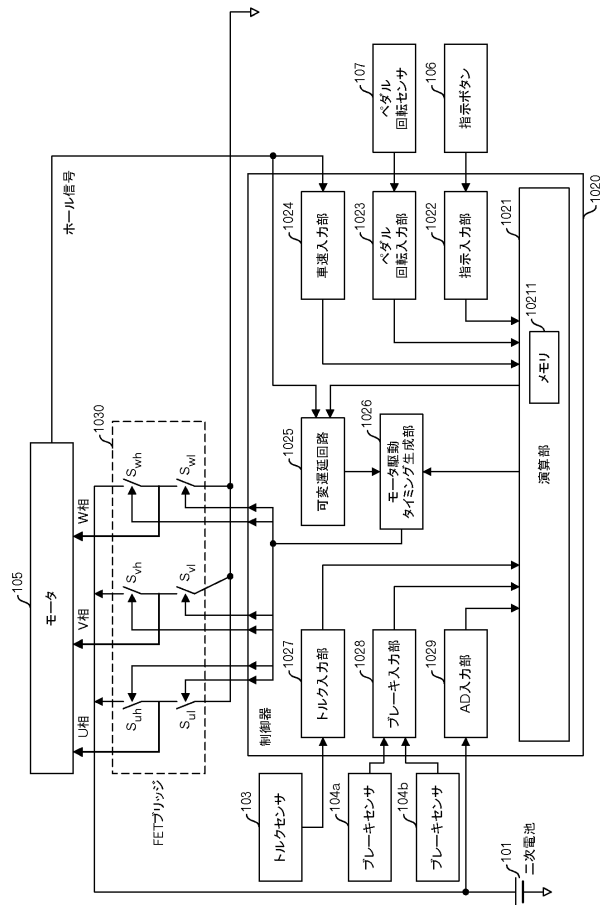
【図1】



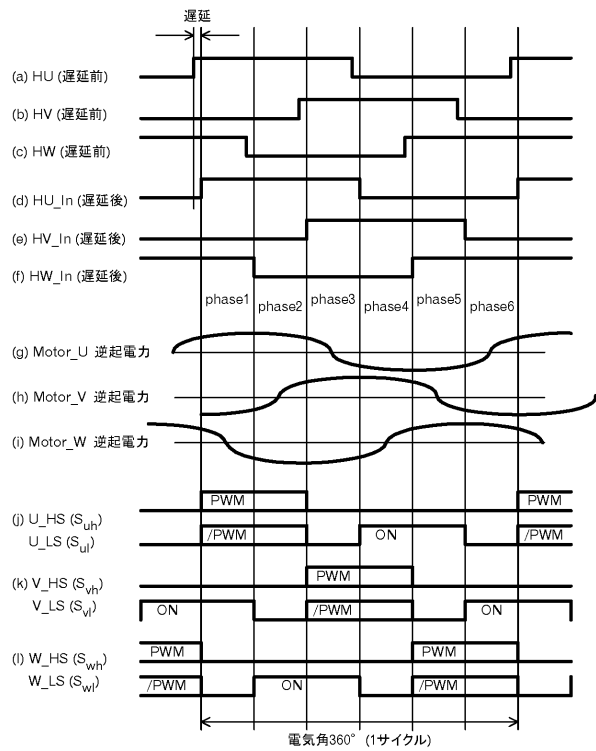
【図2】



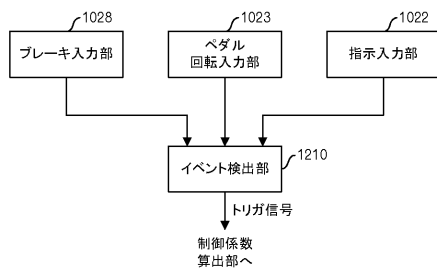
【図3】



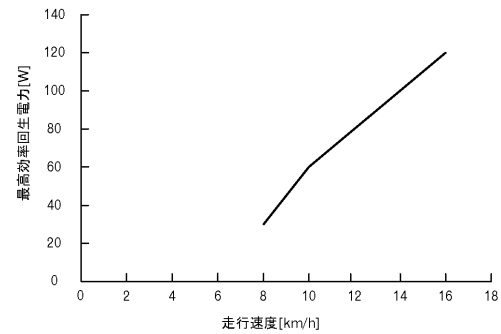
【図4】



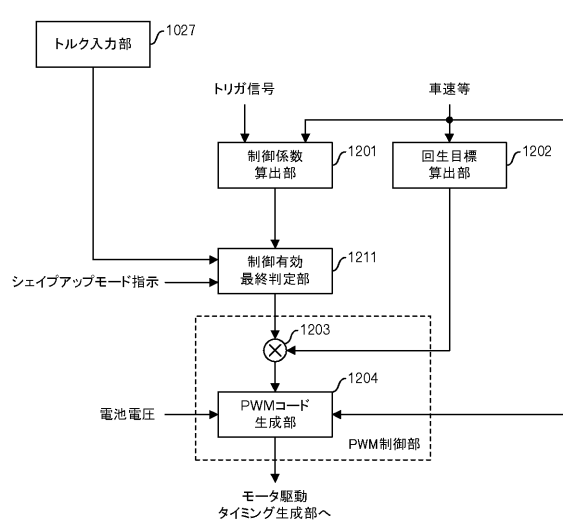
【図5】



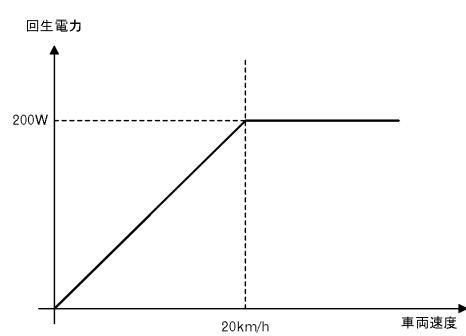
【図7】



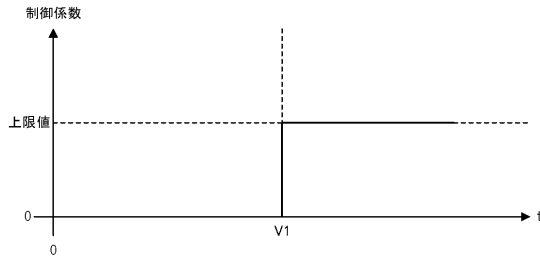
【図6】



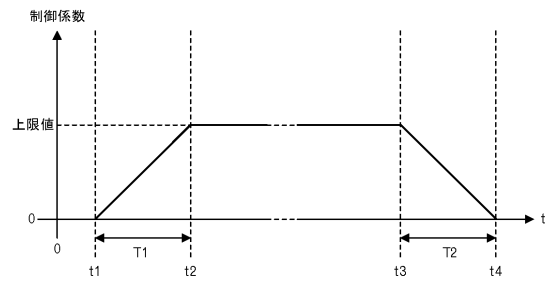
【図8】



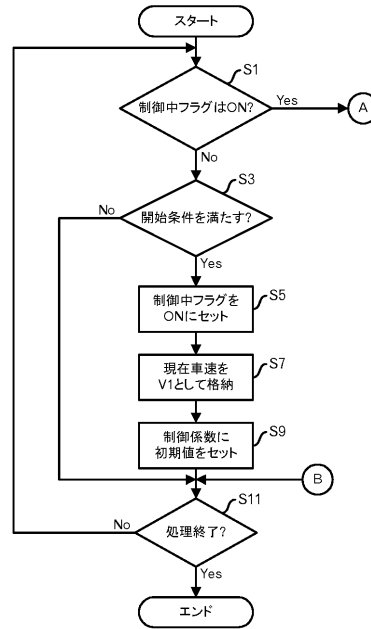
【図 9】



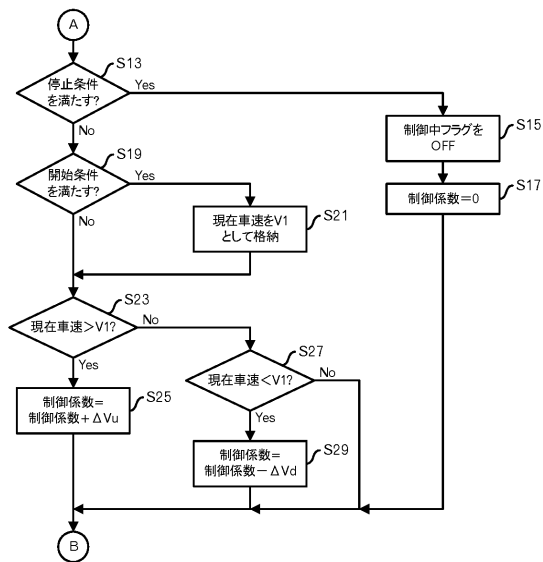
【図 10】



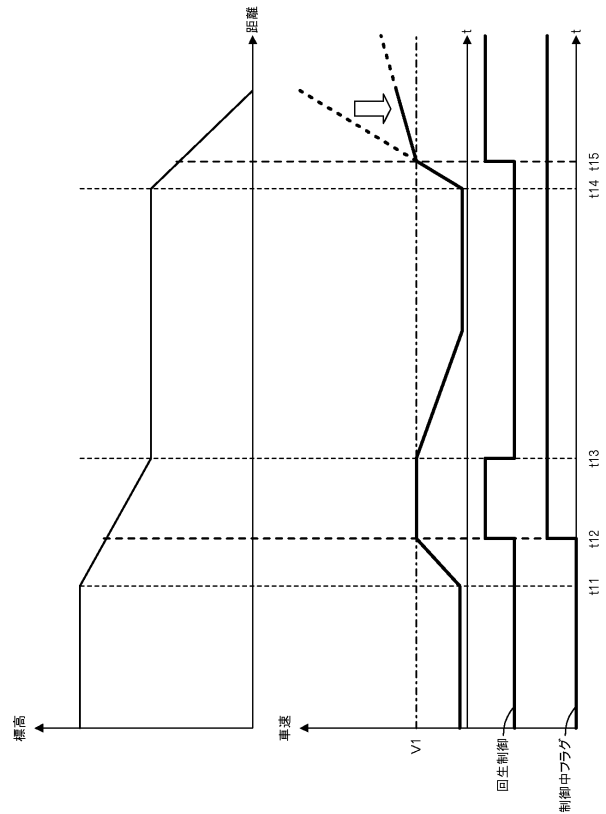
【図 11】



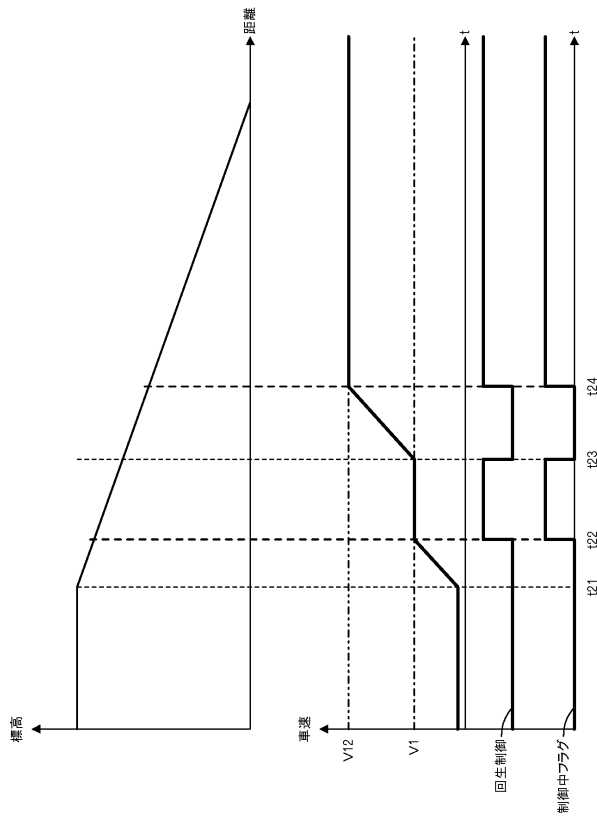
【図 12】



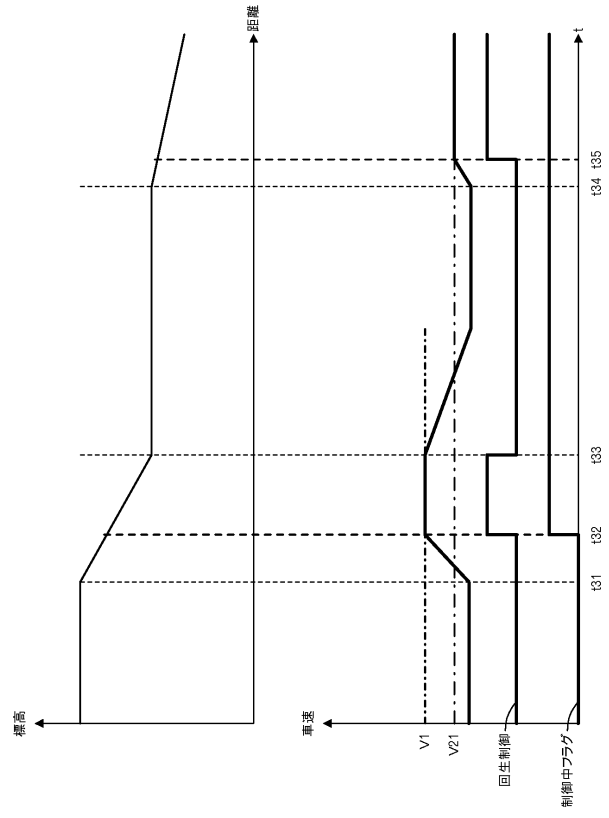
【図 13】



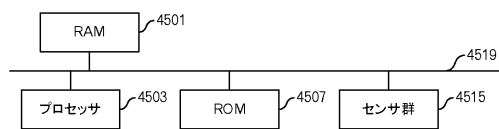
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 川越 邦亮

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

審査官 関口 哲生

(56)参考文献 特開2010-279186(JP,A)

特開2002-369317(JP,A)

特開2010-259312(JP,A)

特開2002-255080(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 - 13/00

B60L 15/00 - 15/42

B62M 1/10

B62M 6/45

H02P 27/06