

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6286287号
(P6286287)

(45) 発行日 平成30年2月28日(2018.2.28)

(24) 登録日 平成30年2月9日(2018.2.9)

(51) Int.Cl.		F I
B60L	7/14	(2006.01)
B60L	7/18	(2006.01)
H02P	25/08	(2016.01)

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-118121 (P2014-118121)	(73) 特許権者	000144027
(22) 出願日	平成26年6月6日(2014.6.6)		株式会社ミツバ
(65) 公開番号	特開2015-231323 (P2015-231323A)		群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
(43) 公開日	平成27年12月21日(2015.12.21)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成29年1月24日(2017.1.24)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100126664
			弁理士 鈴木 慎吾
		(72) 発明者	岡田 宏昭
			群馬県桐生市広沢町一丁目二六八一番地
			株式会社ミツバ内
		審査官	武市 匡紘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ回生制御装置及びモータ回生制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動車両に設けられたSRモータに制動トルクを発生させるモータ回生制御装置であって、

アクセルペダルの操作量に応じたブレーキトルク指令値と、前記SRモータの回転速度と、前記SRモータに流す電流の励磁電流指令値とを関連付けた励磁電流指令マップと、

前記ブレーキトルク指令値と前記SRモータの回転速度に基づいて、前記励磁電流指令マップから励磁電流指令値を算出する励磁電流指令設定部と、

前記励磁電流指令値に基づき前記SRモータに流れる電流を制御するPWM制御部と、

前記SRモータの回転速度を検出する回転速度検出部と、

前記回転速度検出部から前回取得した回転速度と今回取得した回転速度とに基づいて加速度を算出する加速度検出部と、

前記SRモータの回転速度、前記アクセルペダルの操作量及び基準加速度がそれぞれ対応づけられている基準加速度マップと、

前記回転速度検出部から取得した前記SRモータの回転速度と、運転者が操作した前記アクセルペダルの操作量とに基づいて、前記基準加速度マップから前記基準加速度を取得し、当該取得した基準加速度と前記加速度検出部で算出された加速度とに基づいて前記電動車両の傾斜角度を算出する傾斜算出部と、

を有し、

前記励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に基づいて前記励磁電流指令値を補正するこ

とを特徴とするモータ回生制御装置。

【請求項 2】

励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に応じた補正値を取得し、前記補正値をブレーキトルク指令値又は前記励磁電流指令値に乗算することで前記励磁電流指令値を補正する請求項 1 に記載のモータ回生制御装置。

【請求項 3】

前記電動車両の登坂路走行時には、車両水平時よりも前記励磁電流指令値を減少させ、前記電動車両の降坂路走行時には、車両水平時よりも前記励磁電流指令値を増加させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のモータ回生制御装置。

【請求項 4】

前記励磁電流指令値は、前記傾斜角度に比例することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のモータ回生制御装置。

【請求項 5】

前記アクセルペダルの操作量がオフである場合に、ブレーキペダルの操作量とブレーキトルク指令値とを関連付けた回生ブレーキテーブルから、前記ブレーキペダルの操作量に対応するブレーキトルク指令値を取得する要求トルク部をさらに有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のモータ回生制御装置。

【請求項 6】

電動車両に設けられた S R モータと前記 S R モータの制動トルクを発生させるモータ回生制御装置とを有するモータ回生制御システムであって、

前記 S R モータの回転速度を求める回転速度検出部と、

アクセルペダルの操作量に応じたブレーキトルク指令値と、前記 S R モータの回転速度と、前記 S R モータに流す電流の励磁電流指令値とを関連付けた励磁電流指令マップと、前記ブレーキトルク指令値と前記 S R モータの回転速度に基づいて、前記励磁電流指令マップから励磁電流指令値を算出する励磁電流指令設定部と、

前記励磁電流指令値に基づき前記 S R モータに流れる電流を制御する PWM 制御部と、

前記 S R モータの回転速度を検出する回転速度検出部と、

前記回転速度検出部から前回取得した回転速度と今回取得した回転速度とに基づいて加速度を算出する加速度検出部と、

前記 S R モータの回転速度、前記アクセルペダルの操作量及び基準加速度がそれぞれ対応づけられている基準加速度マップと、

前記回転速度検出部から取得した前記 S R モータの回転速度と、運転者が操作した前記アクセルペダルの操作量とに基づいて、前記基準加速度マップから前記基準加速度を取得し、当該取得した基準加速度と前記加速度検出部で算出された加速度とに基づいて前記電動車両の傾斜角度を算出する傾斜算出部と、

を有し、

前記励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に基づいて前記励磁電流指令値を補正することを特徴とするモータ回生制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ回生制御装置及びモータ回生制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

スイッチトリラクタンスモータ（以下、S R モータ）は、ステータ及びロータともに突極（突き出た極）構造を有している。S R モータは、ステータが有する複数の突極それぞれに巻線して励磁コイルを形成して、各励磁コイルに選択的に通電することにより、ステータの突極にロータの突極を磁気吸引して、ロータの回転を駆動及び制動する。このため、S R モータは、ロータに永久磁石や巻線を設ける必要がなく、モータ構造が簡単で安価であり、かつ機械的に堅牢、高回転可能、高温環境において使用可能などの利点を有して

10

20

30

40

50

いる。このため、SRモータは、様々な用途に利用されており、例えば、電動車両にも原動機として用いられている。

【0003】

SRモータを駆動源とする電気自動車では、アクセルをオフとすることによりSRモータを発電機として作動させて、その制動時のエネルギーを回収することで、回生ブレーキを得る方法がある（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-245495号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述した方法では、アクセルがオフの時の回生ブレーキは、常に一定であるため、道路の傾斜、例えば緩い下り坂においては、回生ブレーキが強すぎてしまい、走行の快適性を低下させるおそれがあった。

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、道路の傾斜に関わらず、走行の快適性の低下を抑制することができるモータ回生制御装置及びモータ回生制御システムを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、電動車両に設けられたSRモータに制動トルクを発生させるモータ回生制御装置であって、アクセルペダルの操作量に応じたブレーキトルク指令値と、前記SRモータの回転速度と、前記SRモータに流す電流の励磁電流指令値とを関連付けた励磁電流指令マップと、前記トルク指令値と前記SRモータの回転速度に基づいて、前記励磁電流指令マップから励磁電流指令値を算出する励磁電流指令設定部と、前記励磁電流指令値に基づき前記SRモータに流れる電流を制御するPWM制御部と、前記SRモータの回転速度を検出する回転速度検出部と、前記回転速度検出部から前回取得した回転速度と今回取得した回転速度とに基づいて加速度を算出する加速度検出部と、前記SRモータの回転速度、前記アクセルペダルの操作量及び基準加速度がそれぞれ対応づけられている基準加速度マップと、前記回転速度検出部から取得した前記SRモータの回転速度と、運転者が操作した前記アクセルペダルの操作量とに基づいて、前記基準加速度マップから前記基準加速度を取得し、当該取得した基準加速度と前記加速度検出部で算出された加速度とに基づいて前記電動車両の傾斜角度を算出する傾斜算出部と、を有し、前記励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に基づいて前記励磁電流指令値を補正することを特徴とするモータ回生制御装置である。

30

【0008】

また、本発明の一態様は、上述したモータ回生制御装置であって、励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に応じた補正值を取得し、前記補正值をブレーキトルク指令値又は前記励磁電流指令値に乘算することで前記励磁電流指令値を補正する。

40

【0009】

また、本発明の一態様は、上述したモータ回生制御装置であって、前記電動車両の登坂路走行時には、車両水平時よりも前記励磁電流指令値を減少させ、前記電動車両の降坂路走行時には、車両水平時よりも前記励磁電流指令値を増加させる。

【0010】

また、本発明の一態様は、上述したモータ回生制御装置であって、前記励磁電流指令値は、前記傾斜角度に比例する。

【0011】

また、本発明の一態様は、上述したモータ回生制御装置であって、前記アクセルペダル

50

の操作量がオフである場合に、ブレーキペダルの操作量とブレーキトルク指令値とを関連付けた回生ブレーキテーブルから、前記ブレーキペダルの操作量に対応するブレーキトルク指令値を取得する要求トルク部をさらに有する。

【0012】

また、本発明の一態様は、電動車両に設けられたSRモータと前記SRモータの制動トルクを発生させるモータ回生制御装置とを有するモータ回生制御システムであって、前記SRモータの回転速度を求める回転速度検出部と、アクセルペダルの操作量に応じたブレーキトルク指令値と、前記SRモータの回転速度と、前記SRモータに流す電流の励磁電流指令値とを関連付けた励磁電流指令マップと、前記ブレーキトルク指令値と前記SRモータの回転速度に基づいて、前記励磁電流指令マップから励磁電流指令値を算出する励磁電流指令設定部と、前記励磁電流指令値に基づき前記SRモータに流れる電流を制御するPWM制御部と、前記SRモータの回転速度を検出する回転速度検出部と、前記回転速度検出部から前回取得した回転速度と今回取得した回転速度とに基づいて加速度を算出する加速度検出部と、前記SRモータの回転速度、前記アクセルペダルの操作量及び基準加速度がそれぞれ対応づけられている基準加速度マップと、前記回転速度検出部から取得した前記SRモータの回転速度と、運転者が操作した前記アクセルペダルの操作量とに基づいて、前記基準加速度マップから前記基準加速度を取得し、当該取得した基準加速度と前記加速度検出部で算出された加速度とに基づいて前記電動車両の傾斜角度を算出する傾斜算出部と、を有し、前記励磁電流指令設定部は、前記傾斜角度に基づいて前記励磁電流指令値を補正することを特徴とするモータ回生制御システムである。

10

20

【0013】

本発明によれば、道路の傾斜に関わらず、走行の快適性の低下を抑制することができるモータ回生制御装置及びモータ回生制御システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1の構成例を示す図である。

【図2】第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1のブロック図である。

【図3】励磁電流指令マップの模型を示す図である。

【図4】所定の閾値以下のブレーキトルク指令値を説明する図である。

【図5】補正テーブルの一例を示す図である。

30

【図6】回生進角マップと回生通電角マップを示す図である。

【図7】低回転時における回生制御時のSRモータ7の回転角度と電流波形との関係を示す波形図である。

【図8】高回転時における回生制御時のSRモータ7の回転角度と電流波形との関係を示す波形図である。

【図9】第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1の処理を示すフローチャートである。

【図10】第2の実施形態におけるモータ回生制御装置1Aの構成例を示す図である。

【図11】第2の実施形態におけるモータ回生制御装置1Aのブロック図である。

【図12】基準加速度マップの模型を示す図である。

40

【図13】加速度テーブルの一例を示す図である。

【図14】第2の実施形態のモータ回生制御装置1Aの傾斜角度の算出方法を示すフローチャートである。

【図15】第3の実施形態におけるモータ回生制御装置1Bの構成例を示す図である。

【図16】第3の実施形態におけるモータ回生制御装置1Bのブロック図である。

【図17】第4の実施形態におけるモータ回生制御装置1Cの構成例を示す図である。

【図18】第4の実施形態におけるモータ回生制御装置1Cのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(第1の実施形態)

50

以下、第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1について図面を用いて説明する。

図1は第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1を適用する電動車両のシステムの構成図である。

電動車両のシステムは、モータ回生制御装置1、ブレーキペダル2、ブレーキ操作検出部3、アクセルペダル4、アクセル操作検出部5、傾斜角度センサ6、SRモータ7、回転角センサ8、バッテリー9を有する。

【0016】

ブレーキ操作検出部3は、運転者が操作するブレーキの制動力を選択する入力装置、例えば、ブレーキペダル2の操作量（踏力量）を検出する。ブレーキ操作検出部3は、そのブレーキペダルの操作量に応じたブレーキ信号をモータ回生制御装置1に出力する。例えば、ブレーキ操作検出部3は、可変抵抗器を有し、ブレーキペダル2と可変抵抗器の抵抗値を制御するつまみ部とを剛性部材で接続し、ブレーキペダル2の操作量に応じて変化する可変抵抗器により分圧させた電圧を検出し、検出した電圧をブレーキ信号としてモータ回生制御装置1に出力する。また、ブレーキ操作検出部3は、ブレーキペダル2の踏力量を検出する圧力センサ等を有し、その検出結果をブレーキ信号としてモータ回生制御装置1に出力してもよい。

10

【0017】

アクセル操作検出部5は、運転者が操作するアクセルの駆動力を選択する入力装置、例えば、アクセルペダル4の操作量（踏力量）を検出する。アクセル操作検出部5は、そのアクセルペダルの操作量に応じたアクセル信号をモータ回生制御装置1に出力する。例えば、アクセル操作検出部5は、可変抵抗器を有し、アクセルペダル4と可変抵抗器の抵抗値を制御するつまみ部とを剛性部材で接続し、アクセルペダル4の操作量に応じて変化する可変抵抗器により分圧させた電圧を検出し、検出した電圧をアクセル信号としてモータ回生制御装置1に出力する。また、アクセル操作検出部5は、アクセルペダル4の踏力量を検出する圧力センサ等を有し、その検出結果をアクセル信号としてモータ回生制御装置1に出力してもよい。

20

【0018】

傾斜角度センサ6は、モータ回生制御装置1に接続されている。傾斜角度センサ6は、車両の傾斜角度を検出し、検出した傾斜角度をモータ回生制御装置1に出力する。傾斜角度は、例えば車両の進行方向をX軸方向として、X軸方向の傾斜角度 x 、左右方向であるY軸方向の傾斜角度 y 、鉛直方向であるZ軸方向の傾斜角度 z から構成される。傾斜角度センサ6は、傾斜角度 x 、 y 、 z を測定し、これを傾斜角度 (x, y, z) としてもよい。また、傾斜角度センサ6は、進行方向であるX軸方向の傾斜角度 x のみを測定し、この傾斜角度 x を傾斜角度としてもよい。

30

【0019】

SRモータ7は、リアギア10を介して後輪11を駆動する。SRモータ7の詳細は後述する。

回転角センサ8は、SRモータ7に備えられている。回転角センサ8は、SRモータ7のロータの回転角度を検出する検出装置であり、例えばレゾルバである。回転角センサ8は、検出した回転角度に応じた出力信号をモータ回生制御装置1に出力する。

40

【0020】

モータ回生制御装置1は、ブレーキ操作検出部3からブレーキ信号を取得する。モータ回生制御装置1は、アクセル操作検出部5からアクセル信号を取得する。モータ回生制御装置1は、傾斜角センサ6から傾斜角度を取得する。モータ回生制御装置1は、SRモータ7の回転速度を検出する回転角センサ8の出力信号を受信する。モータ回生制御装置1は、ブレーキ信号とアクセル信号と傾斜角度と回転角センサ8の出力信号とに基づいて、SRモータ7の駆動を制御する。

【0021】

次に、第1の実施形態におけるSRモータ7のモータ回生制御装置1について説明する。図2は、第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1のブロック図である。

50

図2に示すように、第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1は、駆動回路12と、制御装置13とを備えて構成されている。

【0022】

SRモータ7は、4つの突極部を有するロータ31と、ロータ31を外囲するように設けられ、内側のロータに向かって6つの突極部を有するステータ32と、ロータ31の回転角を検出する回転角センサ8とを有する。ステータ32の6つの突極部は、それぞれ巻線して励磁コイルを形成し、対向する突極部を対とするコイルLu、Lv、Lwを形成する。コイルLu、Lv、Lwに対して選択的に通電することにより、ステータ32の突極部がロータ31の突極部を磁気吸引して、ロータ31に駆動トルク及び制動トルクを発生させる。

10

【0023】

駆動回路12は、バッテリー9に接続され、コンデンサ51と、スイッチ素子としてn型チャンネルのFET(Field Effective Transistor;電界効果トランジスタ)52~57と、ダイオード58~63とを有する。コンデンサ51は、一端がバッテリー9の正極に接続され、他端が負極に接続される。

FET52は、ドレインがバッテリー9の正極に接続され、ソースがダイオード58のカソードに接続される。ダイオード58のアノードは、バッテリー9の負極に接続される。ダイオード59は、カソードがバッテリー9の正極に接続され、アノードがFET53のドレインに接続される。FET53のソースは、バッテリー9の負極に接続される。

【0024】

20

FET54は、ドレインがバッテリー9の正極に接続され、ソースがダイオード60のカソードに接続される。ダイオード60のアノードは、バッテリー9の負極に接続される。

ダイオード61は、カソードがバッテリー9の正極に接続され、アノードがFET55のドレインに接続される。FET55のソースは、バッテリー9の負極に接続される。

FET56は、ドレインがバッテリー9の正極に接続され、ソースがダイオード62のカソードに接続される。ダイオード62のアノードは、バッテリー9の負極に接続される。

ダイオード63は、カソードがバッテリー9の正極に接続され、アノードがFET57のドレインに接続される。FET57のソースは、バッテリー9の負極に接続される。

【0025】

すなわち、コンデンサ51と、直列に接続されたFET52及びダイオード58と、直列に接続されたFET53及びダイオード59と、直列に接続されたFET54及びダイオード60と、直列に接続されたFET55及びダイオード61と、直列に接続されたFET56及びダイオード62と、直列に接続されたFET57及びダイオード63とは、それぞれバッテリー9に対して並列に接続される。

30

【0026】

また、FET52とダイオード58との接続点には、SRモータ7のコイルLuの一端が接続され、FET53とダイオード59との接続点には、コイルLuの他端が接続される。FET54とダイオード60との接続点には、SRモータ7のコイルLvの一端が接続され、FET55とダイオード61との接続点には、コイルLvの他端が接続される。FET56とダイオード62との接続点には、SRモータ7のコイルLwの一端が接続され、FET57とダイオード63との接続点には、コイルLwの他端が接続される。

40

【0027】

上述のように、駆動回路12は、Hブリッジ回路により構成され、制御装置13から入力される制御信号がFET52~57のゲートに入力され、入力される制御信号に応じて、FET52~57のオンとオフとが切り替えられることにより、SRモータ7が有するコイルLu、Lv、Lwそれぞれに通電を行う。

電流センサ20は、SRモータ7が有するコイルLu、Lv、Lwそれぞれに流れる電流を検出して制御装置13に出力する。

【0028】

制御装置13は、回生動作モード判別部131、要求トルク部132、励磁電流指令設

50

定部 133、PWM制御部 134、位置検出部 135、回転速度検出部 136、通電タイミング決定部 137、進角通電角マップ部 138、電流検出部 139を有する。

【0029】

回生動作モード判別部 131は、ブレーキ操作検出部 3が出力するブレーキ信号を検出する。回生動作モード判別部 131は、アクセル操作検出部 5が出力するアクセル信号を検出する。検出したアクセル信号が示すアクセルペダルの操作量が0である場合、モータ回生制御装置 1は、SRモータ 7の回生動作を行う。SRモータ 7の回生動作を行う場合、回生動作モード判別部 131は、要求トルク部 132に回生動作を行うことを示す回生信号を出力する。

【0030】

要求トルク部 132は、回生動作モード判別部 131から回生信号が供給されると、ブレーキ信号とアクセル信号と傾斜角センサ 6から傾斜角度 θ を取得する。

要求トルク部 132は、不図示の記憶部に予め記憶してある回生ブレーキテーブルを参照し、ブレーキペダル 2の操作量に対応した回生ブレーキ力を取得する。回生ブレーキ力は、SRモータ 7の回生動作によって、電動車両を減速させる制動力である。

【0031】

要求トルク部 132は、回生信号を取得すると、要求トルク部 132は、取得した回生ブレーキ力をブレーキトルク指令値として励磁電流指令設定部 133に送信する。また、要求トルク部 132は、傾斜角度 θ を励磁電流指令設定部 133に送信する。

【0032】

位置検出部 135は、SRモータ 7に備えられた回転角センサ 8が出力する信号より、ロータ 31の回転角（ロータ 31の回転位置）を検出して、回転速度検出部 136と、PWM制御部 134とに出力する。

回転速度検出部 136は、位置検出部 135が出力するロータの回転角を示す信号の単位時間あたりの変化量を検出し、検出した変化量からロータ 31の回転速度（回転数）を算出して励磁電流指令設定部 133と通電タイミング決定部 137とに出力する。

【0033】

励磁電流指令設定部 133は、励磁電流指令マップ部 133A及び励磁電流決定部 133Bを有する。励磁電流指令マップ部 133Aは、例えば励磁電流マップを記憶している内部記憶部を有している。図3は、励磁電流指令設定部 133の内部記憶部に記憶されている励磁電流指令マップの模型を示している。図3に示すように、励磁電流指令マップは、回生制御を行うときのSRモータ 7の回転速度とブレーキペダル 2の操作量を示すブレーキトルク指令値とSRモータ 7に出力する電流の目標値である励磁電流指令値とが記憶されたマップである。図3に示すように、x軸方向がブレーキトルク指令値、y軸方向が回転速度、z軸方向が励磁電流指令値を示している。励磁電流指令マップにおいて、ブレーキトルク指令値が増大し、回転速度が減少する傾向にある場合、励磁電流指令値は、増大傾向に変化することが示されている。また、所定の閾値以下のブレーキトルク指令値は、車両の傾斜 θ に応じて決定されるアクセルオフ時のブレーキトルク指令値の範囲である。図4を用いて、車両の傾斜角度 θ に応じて決定される指令値について説明する。

【0034】

図4は、所定の閾値以下のブレーキトルク指令値を説明する図であり、横軸が車両の傾斜 θ 、縦軸が励磁電流指令値を示す。

図4に示すように、車両傾斜 θ に応じて、コイルへの励磁電流指令値を変化させる。具体的には、例えば、傾斜角度 θ に応じて比例的に最大励磁電流値を調整する。登坂路走行時（傾斜角度 θ が正）には、車両水平時の最大励磁電流指令値に対し最大励磁電流指令値を減少させる。降坂路走行時（傾斜角度 θ が負）には、車両水平時の最大励磁電流指令値に対し最大励磁電流指令値を増加させる。なお、登坂路走行時において、最大励磁電流指令値をゼロまで減少させることができる。励磁電流指令マップにおける電流値（励磁電流指令値）は、SRモータ 7の特性値よりシミュレーションを用いて算出されるか、又は、SRモータ 7の実測値により予め定められる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

励磁電流決定部 1 3 3 B は、ブレーキペダル 2 の操作量を示すブレーキトルク指令値と傾斜角度 を、要求トルク部 1 3 2 から取得する。また、励磁電流決定部 1 3 3 B は、励磁電流指令マップを励磁電流指令マップ部 1 3 3 A から読み出す。また、励磁電流決定部 1 3 3 B は、S R モータ 7 の回転速度を、回転速度検出部 1 3 6 から取得する。励磁電流決定部 1 3 3 B は、取得したブレーキトルク指令値に対して、傾斜角度 に基づいた補正を行う。例えば、励磁電流決定部 1 3 3 B は、図 5 に示す補正テーブルを用いて補正を行う。図 5 は、補正テーブルの一例を示す図である。

【 0 0 3 6 】

補正テーブルは、傾斜角度 の範囲と、補正值とが対応付けられている。傾斜角度 の範囲は、互いに異なる範囲が複数含まれている。例えば、 $6 < 5 < 4 < 3 < 2 < 1$ であり、傾斜角度 が 3 以上かつ 4 未満である場合、傾斜角度 は、車両が平坦の道路を走行していることを示す。そして、傾斜角度 が平坦時の傾斜角度より大きくなるにつれて登坂路の傾斜が急になる。また、傾斜角度 が平坦時の傾斜角度より小さくなるにつれて降坂路の傾斜が急になる。

補正值は、要求トルク部 1 3 2 から取得したブレーキトルク指令値を補正するための値である。傾斜角度 が正、すなわち車両の傾斜が上り（登坂路）である場合、補正值（B 2、B 1）は、1 よりも小さい値になる。そして、傾斜角度 が大きくなるにつれて、補正值が小さくなるように対応付けられている。傾斜角度 が負、すなわち車両の傾斜が下り（降坂路）である場合、補正值（B 4、B 5）は、1 よりも大きい値になる。そして、傾斜角度 が大きくなるにつれて、補正值が大きくなるように対応付けられている。

【 0 0 3 7 】

励磁電流決定部 1 3 3 B は、補正テーブルを読み出し、取得した傾斜角度 がどの傾斜角度 の範囲にあるか判別することで、補正值を取得する。励磁電流決定部 1 3 3 B は、要求トルク部 1 3 2 から取得したブレーキトルク指令値に補正值を乗算することでブレーキトルク指令値を補正する。励磁電流決定部 1 3 3 B は、補正したブレーキトルク指令値（以下、「補正ブレーキトルク指令値」という。）と回転速度とに応じた励磁電流指令値を、読み出した励磁電流指令マップから選択し、選択した励磁電流指令値を P W M 制御部 1 3 4 に出力する。

また、励磁電流決定部 1 3 3 B は、通電タイミング決定部 1 3 7 に補正ブレーキトルク指令値を出力する。

【 0 0 3 8 】

電流検出部 1 3 9 は、電流センサ 2 0 より出力される S R モータ 7 のコイル L u、L v、L w それぞれに流れる電流の検出結果が入力されて、コイル L u、L v、L w に流れる電流値を P W M 制御部 1 3 4 に出力する。例えば各電流センサ 2 0 から出力される各相電流（巻線電流）の検出信号に基づき、S R モータ 7 に通電されている巻線電流を検出し、この巻線電流の検出値を P W M 制御部 1 3 4 に出力する。

【 0 0 3 9 】

通電タイミング決定部 1 3 7 は、回転速度検出部 1 3 6 からの回転速度と励磁電流決定部 1 3 3 B からの補正ブレーキトルク指令とに応じた進角を回生進角マップから選択する。また、通電タイミング決定部 1 3 7 は、回転速度検出部 1 3 6 からの回転速度と励磁電流決定部 1 3 3 B からの補正ブレーキトルク指令とに応じた通電角を回生通電角マップから選択する。通電タイミング決定部 1 3 7 は、選択した進角および通電角を P W M 制御部 1 3 4 に出力する。

【 0 0 4 0 】

図 6 (a) は、回生進角マップを示す図である。図 6 (a) に示すように、x 軸方向が補正ブレーキトルク指令、y 軸方向が回転速度、z 軸方向が進角を示している。回生進角マップは、S R モータ 7 の各相の各励磁コイル L u、L v、L w に対する通電開始位相および通電終了位相を、各相のインダクタンス変化に応じた所定位相（例えば、インダクタンスの減少開始位相および減少終了位相等）から進角側に変更するための進角と、補正ブ

10

20

30

40

50

レーキトルク指令と回転速度との所定の対応関係を示すマップである。

図6(b)は、回生通電角マップを示す図である。図6(b)に示すように、x軸方向が補正ブレーキトルク指令、y軸方向が回転速度、z軸方向が通電角を示している。回生通電角マップは、各相の各励磁コイル L_u 、 L_v 、 L_w に対する通電角(例えば、電気角 120° 以上の値等)と、補正ブレーキトルク指令と回転速度との所定の対応関係を示すマップである。

【0041】

PWM制御部134は、電流制御処理部140、通電タイミング出力部141、PWM出力部142を備えている。

【0042】

電流制御処理部140は、SRモータ7に通電されている巻線電流のPWM(Pulse Width Modulation)制御を行う。電流制御処理部140は、励磁電流指令設定部133から供給される励磁電流指令値と電流検出部139から供給される電流検出値との差(以下、「電流差分値」という。)を算出する。

【0043】

PWM制御部134は、SRモータ7を回生制御する場合、電流差分値が減少するように、SRモータ7に電圧を印加する。そのために、例えば、電流制御処理部140は、FET52、54、56を常にオンにする100%のデューティ比をPWM出力部142に出力する。また、例えば、電流制御処理部140は、一旦、電流差分値が0になると、電流差分値が0になる電圧値を算出し、算出した電圧値からPWM制御におけるデューティ比を算出する。電流制御処理部140は、算出したデューティ比をPWM出力部142に出力する。ここで、電流制御処理部140は、入力される電流値の差に基づいて、一般的に公知のPI(Proportional Integral)制御、又は、PID(Proportional Integral Derivative)制御等を用いて上述のデューティ比を算出する。

【0044】

通電タイミング出力部141は、位置検出部135から入力されるロータ31の回転角を取得する。通電タイミング出力部141は、通電タイミング決定部137から進角および通電角を取得する。通電タイミング出力部141は、取得したロータ31の回転角と進角と通電角とに基づいて、駆動回路12が有するFET53、55、57のオンとオフとを切り替える制御信号をFET53、55、57のゲートに出力する。

また、通電タイミング出力部141は、取得した進角と通電角とをPWM出力部142に出力する。

【0045】

また、通電タイミング出力部141は、回生制御において、電流制御処理部140が出力する信号から、SRモータ7に流れる電流が励磁電流指令値に達したことを検出すると、FET53、55、57をオフにする。

【0046】

PWM出力部142は、通電タイミング出力部141から供給される進角及び通電角に応じた通電区間において、電流制御処理部140が算出したデューティ比を、FET52、54、56のゲートに出力する。

【0047】

図7は、低回転領域における回生制御時のSRモータ7の回転角度と電流波形との関係を示す波形図である。図7(a)の縦軸方向が巻線インダクタンス、図7(b)の縦軸方向が巻線電圧、図7(c)の縦軸方向が巻線電流であり、図7(a)、(b)、(c)各々の横軸方向がロータ31の回転角を示している。

図8は、高回転領域における回生制御時のSRモータ7の回転角度と電流波形との関係を示す波形図である。図8(a)の縦軸方向が巻線インダクタンス、図8(b)の縦軸方向が巻線電圧、図8(c)の縦軸方向が巻線電流であり、図8(a)、(b)、(c)各々の横軸方向がロータ31の回転角を示している。

図7、図8に示すように、それぞれの関係をSRモータ7におけるロータ31の回転速

10

20

30

40

50

度に応じて、低回転領域と高回転領域とに分けて説明する。以下にまず、本実施形態における回生制御について説明し、次に低回転領域と高回転領域における回生制御について説明する。ここでは、コイルL_uにおけるインダクタンスと巻線電圧と巻線電流とについて説明するが、コイルL_v、L_wについても同様である。

【0048】

回生制御において、コイルL_uにロータ31の突極がステータ32の突極との対向位置に近づく場合、PWM制御部134の通電タイミング出力部141は、回生により起電力を得るために、例えばFET53とFET52とをオン状態にして、予め定めた電流値である励磁電流指令値の電流が流れるまでコイルL_uに通電し、コイルL_uを励磁する。コイルL_uに流れる電流値が励磁電流指令値に達すると、通電タイミング出力部141は、FET53をオフ状態にし、PWM出力部142は、電流制御処理部140から入力されたデューティ比によりFET52のオンとオフとを切り替える。

10

ここで、FET52、53ともにオン状態、すなわち、バッテリー9により供給される電力がコイルL_uに印加される状態を供給モードという。また、FET52がオン状態であり、FET53がオフ状態、すなわち、コイルL_uに生じた起電力をFET52、コイルL_u、ダイオード59に還流させる状態を還流モードという。また、FET52、53がともにオフ状態、すなわち、コイルL_uに生じた起電力をバッテリー9に出力する状態を回生モードという。

【0049】

低回転領域において巻線インダクタンスは、ロータ31の突極がコイルL_uに近づいたが、増加し、ロータ31の突極とコイルL_uの突極とが対向する回転角において最も高くなり、ロータ31の突極がコイルL_uから離れるにしたがい減少する。このコイルL_uのインダクタンスが減少する領域において回生による発電が行われる。

20

回生制御において、PWM制御部134は、コイルL_uとロータ31が対向する付近で上述の供給モードにより、起電力を得るために電圧をコイルL_uに印加する（巻線電圧が正の値になる）ことで、巻線電流が上昇する。巻線電流が励磁電流指令値に達すると、PWM制御部134は、還流モードと回生モードへ切り替えて、コイルL_uに生じる起電力をバッテリー9に出力させる（巻線電圧が負の値と0とに変化する）。また、PWM制御部134は、還流モードと回生モードとを切り替えることにより、コイルL_uに流れる巻線電流を励磁電流指令値近傍に保つ。

30

【0050】

高回転領域における回生制御において、低回転領域と同様に、コイルL_uとロータ31が対向する付近で供給モードにより、起電力を得るために電圧をコイルL_uに印加する。しかし、コイルL_uに流れる電流が励磁電流指令値に達すると、還流モードと回生モードとを切り替えずに、回生モードのみを選択し、コイルL_uに生じる起電力をバッテリー9に出力させる。

【0051】

次に、第1の実施形態におけるモータ回生制御装置1の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理について、図を用いて説明する。図9は、第1の実施形態のモータ回生制御装置1の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理を示すフローチャートである。

40

【0052】

ステップS101において、回生動作モード判別部131は、アクセルペダルの操作量が0であることを示すアクセル信号を検出すると、回生制御を行う。回生動作モード判別部131は、回生制御を行う場合、要求トルク部132に、回生信号を送信する。

【0053】

ステップS102において、要求トルク部132は、回生動作モード判別部131から、回生信号を取得すると、傾斜角度及びブレーキ信号を検出する。要求トルク部132は、ブレーキペダル2の操作量に対応した回生ブレーキ力を取得する。要求トルク部132は、取得した回生ブレーキ力をブレーキトルク指令として励磁電流指令設定部133に送信する。また、要求トルク部132は、傾斜角度を励磁電流指令設定部133に送信

50

する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 0 3 において、回転速度検出部 1 3 6 は、位置検出部 1 3 5 が出力するロータ 3 1 の回転角を示す信号の時間単位あたりの変化量を検出し、検出した変化量からロータ 3 1 の回転速度を算出して励磁電流決定部 1 3 3 B と通電タイミング決定部 1 3 7 とに出力する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 0 4 において、励磁電流決定部 1 3 3 B は、要求トルク部 1 3 2 からブレーキトルク指令値及び傾斜角度を取得する。また、励磁電流決定部 1 3 3 B は、回転速度検出部 1 3 6 から回転速度を取得する。励磁電流決定部 1 3 3 B は、取得したブレーキトルク指令値に対して、傾斜角度に基づいた補正を行い、補正ブレーキトルク指令値を算出する。励磁電流決定部 1 3 3 B は、通電タイミング決定部 1 3 7 に補正ブレーキトルク指令値を出力する。

10

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 0 5 において、励磁電流決定部 1 3 3 B は、励磁電流指令マップ部 1 3 3 A から励磁電流指令マップを読み出す。励磁電流決定部 1 3 3 B は、取得した回転速度と補正ブレーキトルク指令値とに対応する励磁電流指令値を、励磁電流指令マップから選択して、選択した励磁電流指令値を電流制御処理部 1 4 0 に出力する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 0 6 において、通電タイミング決定部 1 3 7 は、回転速度検出部 1 3 6 からの回転速度と励磁電流決定部 1 3 3 B からの補正ブレーキトルク指令とに応じた進角を回生進角マップから選択する。また、通電タイミング決定部 1 3 7 は、回転速度検出部 1 3 6 からの回転速度と励磁電流決定部 1 3 3 B からの補正ブレーキトルク指令とに応じた通電角を回生通電角マップから選択する。通電タイミング決定部 1 3 7 は、選択した進角および通電角を通電タイミング出力部 1 4 1 に出力する。

20

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 7 において、電流制御処理部 1 4 0 は、電流差分値を算出して PWM 出力部 1 4 2 と通電タイミング出力部 1 4 1 とに出力する。

また、電流制御処理部 1 4 0 は、電流差分値が 0 まで、F E T 5 2、5 4、5 6 それぞれを常にオンにする 1 0 0 % のデューティ比を PWM 出力部 1 4 2 に出力する。

30

通電タイミング出力部 1 4 1 は、位置検出部 1 3 5 から出力されるロータ 3 1 の回転角に応じて、F E T 5 3、5 5、5 7 それぞれをオンにし、ロータ 3 1 の回転角より進角及び通電角を算出して PWM 出力部 1 4 2 に出力する。

P W M 出力部 1 4 2 は、電流制御処理部 1 4 0 から出力されたデューティ比と、通電タイミング出力部 1 4 1 から出力された進角及び通電角とに応じて、F E T 5 2、5 4、5 6 それぞれをオンにして、S R モータ 7 のコイル L u、L v、L w それぞれの通電状態を供給モードにする。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 8 において、電流制御処理部 1 4 0 は、S R モータ 7 に流れる電流値が励磁電流指令値に到達したか否かを判定する。

40

電流制御処理部 1 4 0 は、電流検出部 1 3 9 から出力された電流値が、励磁電流指令値を超えない場合（電流差分値が正の場合）、上述のステップ S 1 0 7 に進む。一方、電流制御処理部 1 4 0 は、電流検出部 1 3 9 から出力された電流値が、励磁電流指令値を超える場合（電流差分値が負の場合）、ステップ S 1 0 9 に進む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 9 において、電流制御処理部 1 4 0 は、電流差分値に応じて、F E T 5 2、5 4、5 6 それぞれをオンにするデューティ比を算出し、算出したデューティ比を P W M 出力部 1 4 2 に出力する。さらに、通電タイミング出力部 1 4 1 は、F E T 5 3、5 5、5 7 それぞれをオフにする。P W M 出力部 1 4 2 は、電流制御処理部 1 4 0 から出力されたデューティ比に応じて、F E T 5 2、5 4、5 6 それぞれのオンとオフとを切り替

50

える。

これにより、SRモータ7のコイルLu、Lv、Lwそれぞれの通電状態が、FET52、54、56のオンとオフとの切り替え、すなわち、PWM制御により、還流モードと回生モードとなり、回生制御される。

【0061】

上述したように、本実施形態によると、モータ回生制御装置1は、アクセルがオフの場合において、車両の傾斜角度に応じてブレーキトルク指令値を補正する。モータ回生制御装置1は、補正したブレーキトルク指令値とSRモータ7の回転速度とから励磁電流指令マップを用いて励磁電流指令値を求める。そして、モータ回生制御装置1は、電流指令値に基づきSRモータ7に流れる電流（巻線電流）を制御する。これにより、モータ回生制御装置1は、道路の傾斜に応じて励磁電流指令値、すなわちSRモータ7のブレーキトルク（回生ブレーキ）を制御することができるため、回生時の走行フィーリングの悪化や走行の快適性の低下を抑制することができる。また、回生ブレーキが必要な無い時はモータフリクションレスの惰性走行が可能となり、一充電走行距離を延ばすことが可能となるため、電費を改善することができる。

10

【0062】

（第2の実施形態）

図10は、第2の実施形態におけるモータ回生制御装置1Aを適用する電動車両のシステムの構成図である。本実施形態におけるモータ回生制御装置1Aを適用した電動車両のシステムの構成は、第1の実施形態におけるモータ回生制御装置を適用した電動車両のシステムの構成と比べ、傾斜角センサ6が備えられていない。なお、第1の実施形態と同じ構成には、同じ符号を付してその説明を省略する。

20

【0063】

図11は、第2の実施形態におけるモータ回生制御装置1Aのブロック図である。図11に示すように、第2の実施形態におけるモータ回生制御装置1Aは、駆動回路12と、制御装置13Aとを備えて構成されている。

制御装置13Aは、回生動作モード判別部131、要求トルク部132A、励磁電流指令設定部133、PWM制御部134、位置検出部135、回転速度検出部136A、通電タイミング決定部137、進角通電角マップ部138、電流検出部139、加速度検出部200、基準加速度マップ部201、傾斜判断部202を有する。

30

【0064】

要求トルク部132Aは、回生動作モード判別部131から回生信号が供給されると、ブレーキ信号及びアクセル信号を取得する。また、要求トルク部132Aは、傾斜判断部202にアクセル信号を送信する。要求トルク部132Aは、傾斜判断部202から傾斜角度を取得する。

要求トルク部132Aは、不図示の記憶部に予め記憶してある回生ブレーキテーブルを参照し、ブレーキペダル2の操作量に対応した回生ブレーキ力を取得する。回生ブレーキ力は、SRモータ7の回生動作によって、電動車両を減速させる制動力である。

【0065】

要求トルク部132Aは、回生信号を取得すると、要求トルク部132Aは、取得した回生ブレーキ力をブレーキトルク指令値として励磁電流指令設定部133に送信する。また、要求トルク部132Aは、傾斜角度を励磁電流指令設定部133に送信する。

40

【0066】

回転速度検出部136Aは、位置検出部135が出力するロータの回転角を示す信号の単位時間あたりの変化量を検出し、検出した変化量からロータ31の回転速度（回転数）を算出する。回転速度検出部136Aは、励磁電流指令設定部133と通電タイミング決定部137と加速度検出部200とに検出した回転速度を単位時間毎、例えば1秒毎に出力する。

【0067】

加速度検出部200は、算出部211及び記憶部212を有する。算出部211は、一

50

定周期毎に回転速度検出部 1 3 6 A からロータ 3 1 の回転速度を取得すると、記憶部 2 1 2 に取得した回転速度を記憶する。また、算出部 2 1 1 は、前回取得した回転速度を記憶部 2 1 2 から読み出し、前回取得した回転速度から今回取得した回転速度に変化した回転速度の変化量、すなわち加速度を単位時間毎に算出する。算出部 2 1 1 は、今回取得した回転速度と算出した加速度を傾斜判断部 2 0 2 に出力する。

【 0 0 6 8 】

基準加速度マップ部 2 0 1 は、例えば基準加速度マップが記憶されている内部記憶部を有している。図 1 2 は、基準加速度マップ部 2 0 1 の内部記憶部に記憶されている基準加速度マップの模型を示している。図 1 2 において、基準加速度マップ部 2 0 1 は、SR モータ 7 の回転速度とアクセルペダル 4 の操作量と基準加速度とが記憶された基準加速度マップを有する。基準加速度は、車両の走行路が登坂路又は降坂路のいずれかであるのかを特定し、その坂路の傾斜角度 を取得するための目標値である。図 1 2 に示すように、x 軸方向が回転速度、y 軸方向がアクセルペダルの操作量、z 軸方向が基準加速度を示している。基準加速度マップにおいて、アクセルペダルの操作量が増大し、回転速度が減少する傾向にある場合、基準加速度は、増大傾向に変化することが示されている。一方、アクセルペダルの操作量が減少し、回転速度が増大する傾向にある場合、基準加速度は、減少傾向に変化することが示されている。なお、基準加速度マップにおける基準加速度は、シミュレーションを用いて算出されるか、又は、実測値により予め定められる。

10

【 0 0 6 9 】

傾斜判断部 2 0 2 は、傾斜算出部 2 2 2 及び記憶部 2 2 3 を有する。

20

傾斜算出部 2 2 2 は、要求トルク部 1 3 2 A からアクセルペダル 4 の操作量を示すアクセル信号を取得する。傾斜算出部 2 2 2 は、算出部 2 1 1 から回転速度及び加速度を取得する。傾斜算出部 2 2 2 は、回転速度及び加速度を取得すると、基準加速度マップを基準加速度マップ部 2 0 1 から読み出す。傾斜算出部 2 2 2 は、アクセルペダル 4 の操作量と回転速度とに応じた基準加速度を、読み出した基準加速度マップから選択する。

【 0 0 7 0 】

傾斜算出部 2 2 2 は、直前に検出した駆動状態の加速度と基準加速度を比較し、比較結果に基づいて車両の傾斜角度 を算出する。具体的には、傾斜算出部 2 2 2 は、算出部 2 1 1 から取得した加速度から基準加速度を差し引くことで得られる差分値を算出する。なお、この差分値が負である場合、車両の走行路が登坂路であることを意味する。一方、差分値が正である場合、車両の走行路が降坂路であることを意味する。

30

傾斜算出部 2 2 2 は、記憶部 2 2 3 に記憶している加速度テーブル読み出し、差分値に基づいた傾斜角度 を取得する。

【 0 0 7 1 】

記憶部 2 2 3 は、加速度テーブルを予め記憶している。図 1 3 は、加速度テーブルの一例を示す図である。加速度テーブルは、差分値の範囲と、傾斜角度 とが対応付けられている。差分値 a の範囲は、互いに異なる範囲が複数含まれている。例えば、 $a_1 < a < a_2$ 、 $a_2 < a < a_3$ 等である。差分値 a が正、すなわち車両の傾斜が下りである場合、傾斜角度 は、負の値になる。一方、差分値 a が負、すなわち車両の傾斜が上りである場合、傾斜角度 は、正の値になる。

40

傾斜算出部 2 2 2 は、加速度テーブルを読み出し、算出した差分値がどの差分値の範囲にあるか判別することで、傾斜角度 を取得する。傾斜算出部 2 2 2 は、取得した傾斜角度 を要求トルク部 1 3 2 A に出力する。

【 0 0 7 2 】

次に、第 2 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 A の傾斜角度 の算出方法について、図を用いて説明する。図 1 4 は、第 2 の実施形態のモータ回生制御装置 1 A の傾斜角度 の算出方法を示すフローチャートである。モータ回生制御装置 1 A は、不図示のタイマーを有し、例えば 1 秒毎に傾斜角度 の算出を行う。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 3 0 1 において、回転速度検出部 1 3 6 A は、位置検出部 1 3 5 が出力する

50

ロータの回転角を示す信号の単位時間あたりの変化量を検出し、検出した変化量からロータ 31 の回転速度（回転数）を算出する。回転速度検出部 136A は、励磁電流指令設定部 133 と通電タイミング決定部 137 と加速度検出部 200 とに検出した回転速度を出力する。

【0074】

ステップ S302 において、算出部 211 は、回転速度検出部 136A から回転速度を取得すると、記憶部 212 に取得した回転速度を記憶する。

【0075】

ステップ S303 において、算出部 211 は、前回取得した回転速度を記憶部 212 から読み出し、前回取得した回転速度と今回取得した回転速度から加速度を算出する。算出部 211 は、今回取得した回転速度と算出した加速度を傾斜判断部 202 に出力する。

10

【0076】

ステップ S304 において、傾斜算出部 222 は、要求トルク部 132A からアクセルペダル 4 の操作量を示すアクセル信号を取得する。また、傾斜算出部 222 は、算出部 211 から回転速度及び加速度を取得する。

【0077】

ステップ S305 において、傾斜算出部 222 は、回転速度及び加速度を取得すると、基準加速度マップを基準加速度マップ部 201 から読み出す。傾斜算出部 222 は、アクセルペダル 4 の操作量と回転速度とに応じた基準加速度を、読み出した基準加速度マップから選択する。

20

【0078】

ステップ S306 において、傾斜算出部 222 は、算出部 211 から取得した加速度から基準加速度マップから選択した基準加速度を差し引くことで得られる差分値を算出する。傾斜算出部 222 は、記憶部 223 に記憶している加速度テーブルを読み出し、差分値に基づいた傾斜角度 を取得する。傾斜算出部 222 は、加速度テーブルを読み出し、算出した差分値がどの差分値の範囲にあるか判別することで、傾斜角度 を取得する。傾斜算出部 222 は、取得した傾斜角度 を要求トルク部 132A に出力する。

【0079】

次に、第 2 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1A の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理について説明する。第 2 の実施形態の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理において、図 9 のフローチャートと異なるステップのみ説明する。

30

【0080】

ステップ S102 において、要求トルク部 132A は、回生動作モード判別部 131 から回生信号を取得すると、ブレーキトルク指令と傾斜算出部 222 から傾斜角度 を検出する。要求トルク部 132A は、アクセルペダルの操作量に対応した回生ブレーキ力を取得する。要求トルク部 132A は、取得した回生ブレーキ力をブレーキトルク指令として励磁電流指令設定部 133 に送信する。また、要求トルク部 132A は、傾斜角度 を励磁電流指令設定部 133 に送信する。

【0081】

上述したように、本実施形態によると、モータ回生制御装置 1A は、アクセルがオフの場合において、車両の傾斜角度 に対応してブレーキトルク指令値を補正する。モータ回生制御装置 1A は、補正したブレーキトルク指令値と SR モータ 7 の回転速度とから励磁電流指令マップを用いて励磁電流指令値を求める。そして、モータ回生制御装置 1A は、電流指令値に基づき SR モータ 7 に流れる電流（巻線電流）を制御する。これより、本実施形態において、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

40

【0082】

また、上述したように、本実施形態によると、モータ回生制御装置 1A は、回転速度の単位時間あたりの変化から加速度を算出する。また、モータ回生制御装置 1A は、基準加速度マップから基準加速度を算出し、算出した加速度と基準加速度とから、傾斜角度 を取得する。これにより、本実施形態のモータ回生制御装置 1A は、傾斜角センサ 6 を備え

50

ることなく傾斜角度 を取得することができるため、第 1 の実施形態と比べて装置コストを低くすることができる。

【 0 0 8 3 】

(第 3 の実施形態)

図 1 5 は、第 3 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 B を適用する電動車両のシステムの構成図である。本実施形態におけるモータ回生制御装置 1 B を適用した電動車両のシステムの構成は、第 1 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 を適用した電動車両のシステムの構成と比べ、後輪 1 1 を回転させるのに S R モータ 7 が 2 つ搭載されている。それに応じて、回転角センサ 8 とリアギア 1 0 の数も同様に 2 つ搭載されている。なお、第 1 の実施形態と同じ構成には、同じ符号を付してその説明を省略する。

10

【 0 0 8 4 】

図 1 6 は、第 3 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 B のブロック図である。

図 1 6 に示すように、本実施形態におけるモータ回生制御装置 1 B は、2 つの S R モータ 7 の回生制御を行うため、モータ回生制御装置 1 を 2 つ備えている。

バッテリー 9 は、駆動回路 1 2 の各々に接続されている。また、バッテリー 9 は、要求トルク部 1 3 2 の各々に接続されており、要求トルク部 1 3 2 においてバッテリー 9 の充電状態が検出される。

ブレーキ操作検出部 3 及びアクセル操作検出部 5 は、回生動作モード判別部 1 3 1 の各々に接続されている。回生動作モード判別部 1 3 1 は、ブレーキ信号及びアクセル信号を出力する。傾斜角センサ 6 は、要求トルク部 1 3 2 の各々に接続されている。傾斜角センサ 6 は、要求トルク部 1 3 2 の各々に傾斜角度 を出力する。

20

【 0 0 8 5 】

モータ回生制御装置 1 B の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理は、図 9 のフローチャートと同様となるため、説明は省略する。

【 0 0 8 6 】

上述したように、本実施形態によると、S R モータ 7 が 2 つ搭載した場合においても、第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 7 】

(第 4 の実施形態)

図 1 7 は、第 4 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 C を適用する電動車両のシステムの構成図である。本実施形態におけるモータ回生制御装置 1 C を適用した電動車両のシステムの構成は、第 2 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 A を適用した電動車両のシステムの構成と比べ、後輪 1 1 を回転させるのに S R モータ 7 が 2 つ搭載されている。それに応じて、回転角センサ 8 とリアギア 1 0 の数も同様に 2 つ搭載されている。なお、第 2 の実施形態と同じ構成には、同じ符号を付してその説明を省略する。

30

【 0 0 8 8 】

図 1 8 は、第 4 の実施形態におけるモータ回生制御装置 1 C のブロック図である。

図 1 8 に示すように、本実施形態におけるモータ回生制御装置 1 C は、2 つの S R モータ 7 の回生制御を行うため、モータ回生制御装置 1 A を 2 つ備えている。

バッテリー 9 は、駆動回路 1 2 の各々に接続されている。また、バッテリー 9 は、要求トルク部 1 3 2 A の各々に接続されている。

40

ブレーキ操作検出部 3 及びアクセル操作検出部 5 は、回生動作モード判別部 1 3 1 の各々に接続されている。回生動作モード判別部 1 3 1 は、ブレーキ信号及びアクセル信号を出力する。

【 0 0 8 9 】

モータ回生制御装置 1 C の傾斜角度 の算出方法については、図 1 4 のフローチャートと同様となるため、説明は省略する。また、モータ回生制御装置 1 C の励磁電流指令値の取得及び回生制御の処理は、図 9 のフローチャートと同様となるため、説明は省略する。

【 0 0 9 0 】

上述したように、本実施形態によると、S R モータ 7 が 2 つ搭載した場合においても、

50

第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。また、上述したように、本実施形態によると、モータ回生制御装置1Cは、回転速度の単位時間あたりの変化から加速度を算出する。また、モータ回生制御装置1Cは、基準加速度マップから基準加速度を算出し、算出した加速度と基準加速度とから、傾斜角度を取得する。これにより、本実施形態のモータ回生制御装置1Cは、傾斜角センサ6を備えることなく傾斜角度を取得することができるため、第3の実施形態と比べて装置コストを低くすることができる。

【0091】

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において様々な変形例が考えられる。

上述した実施形態において、モータ回生制御装置1は、車両の傾斜角度に応じてブレーキトルク指令値を取得したが、本実施形態は、これに限定されない。例えば、モータ回生制御装置1は、車両の傾斜角度に応じて直接、励磁電流指令値を補正してもよい。

【0092】

また、上述した実施形態において、モータ回生制御装置1は、バッテリー9からバッテリー9の充電状態を示すSOC信号を取得し、バッテリー9の充電状態が満タンに近ければ、回生制御を行わないようにしてもよい。

【0093】

また、上述した実施形態において、モータ回生制御装置1は、励磁電流指令値と電流検出部139からの電流検出値との差がなくなるように、巻線電流を制御したが、これに限定されず、電流指令値に基づき巻線電流を制御すればよい。例えば、モータ回生制御装置1は、電流検出部139からの電流検出値が励磁電流指令値から多少オフセットさせた電流値となるように巻線電流を制御してもよい。なお、モータ回生制御装置1が励磁電流指令値や励磁電流指令値から多少オフセットさせた電流値を目標値として巻線電流を制御する場合、巻線電流が目標値と一致せず漸近してもよい。

【0094】

また、上述した実施形態において、最大励磁電流値は、傾斜角度に応じて比例的に増減するが、これに限定されない。

【0095】

また、第2の実施形態及び第4の実施形態において、加速度から基準加速度を差し引くことで得られる差分値を用いて傾斜角度を算出したが、これに限定されない。例えば、差分値に対して車両重量（積載重量）の影響を考慮した補正を行ってもよい。

【符号の説明】

【0096】

1、1A、1B、1C...モータ回生制御装置 2...ブレーキペダル 3...ブレーキ操作検出部 4...アクセルペダル 5...アクセル操作検出部 6...傾斜角センサ 7...スイッチドリラクタンスモータ 8...回転角センサ 9...バッテリー 11...後輪 12...駆動回路 13...制御装置 31...ロータ 32...ステータ 51...コンデンサ 52、53、54、55、56、57...FET 58、59、60、61、62、63...ダイオード 131...回生動作モード判別部 132、132A...要求トルク部 133...励磁電流指令設定部 134...PWM制御部 135...位置検出部 136、136A...回転速度検出部 137...通電タイミング決定部 138...進角通電角マップ部 139...電流検出部 140...電流制御処理部 141...通電タイミング出力部 142...PWM出力部 200...加速度検出部 201...基準加速度マップ部 202...傾斜判断部 211...算出部 212、223...記憶部

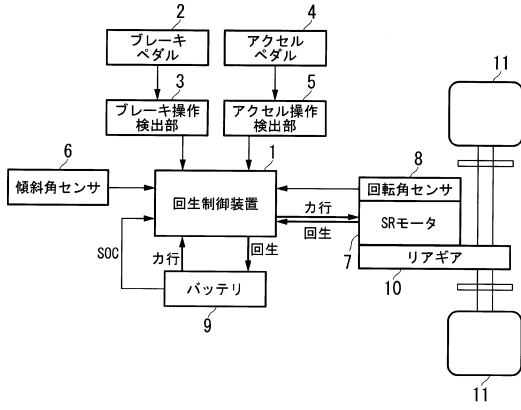
10

20

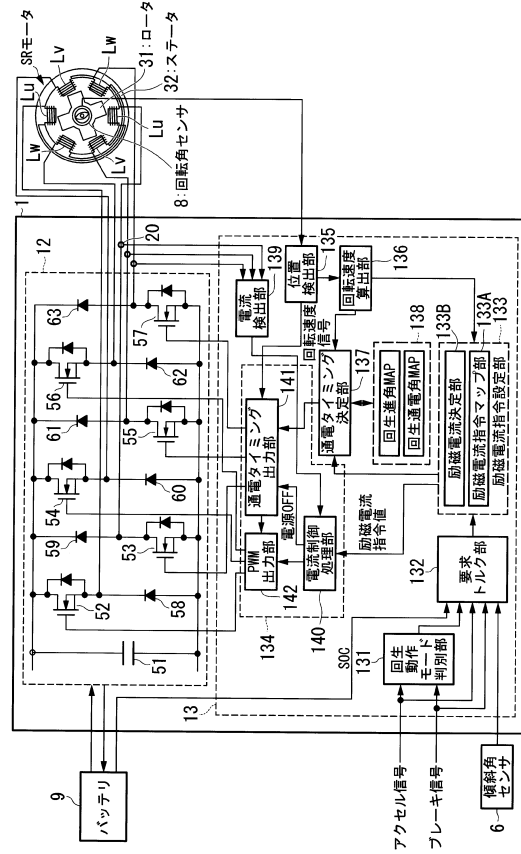
30

40

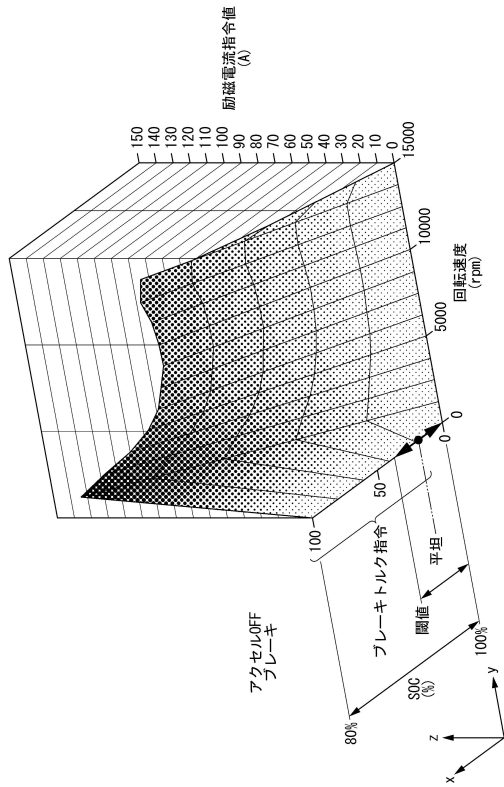
【図1】



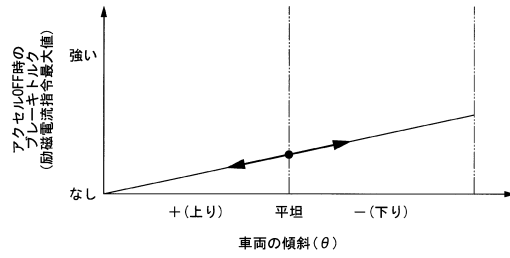
【図2】



【図3】



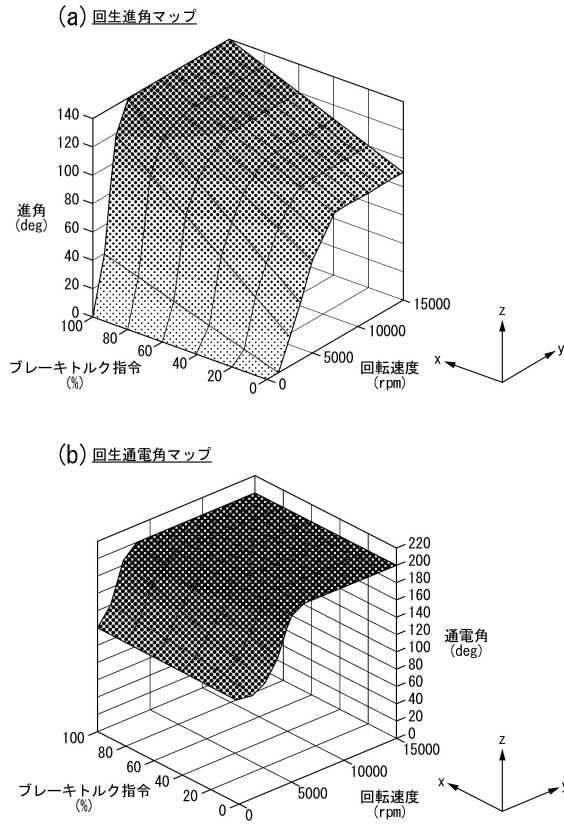
【図4】



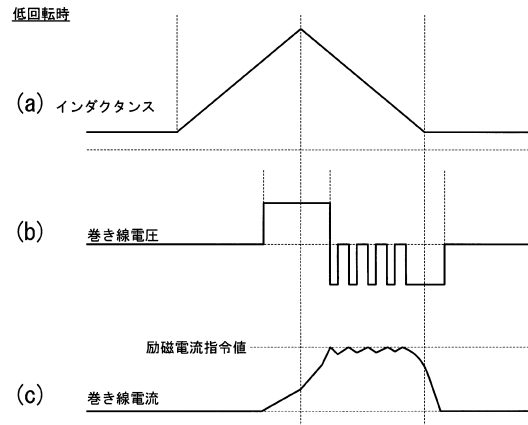
【図5】

傾斜角範囲	補正值
...	...
$\theta 1 < \theta \leq \theta 2$	B1
$\theta 2 < \theta \leq \theta 3$	B2
$\theta 3 < \theta \leq \theta 4$	B3
$\theta 4 < \theta \leq \theta 5$	B4
$\theta 5 < \theta \leq \theta 6$	B5
$\theta 6 < \theta \leq \theta 7$	B6
...	...

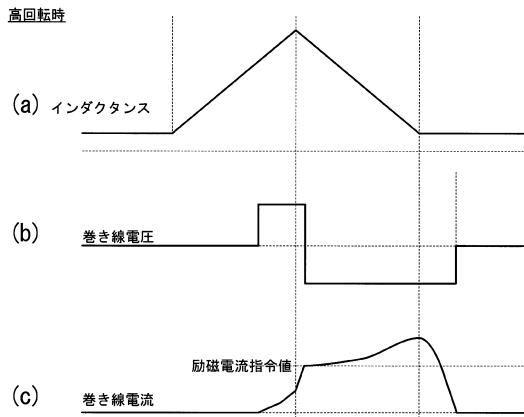
【図6】



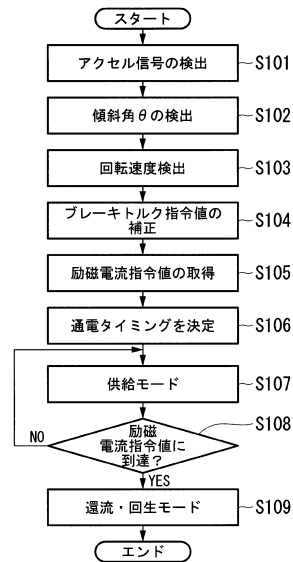
【図7】



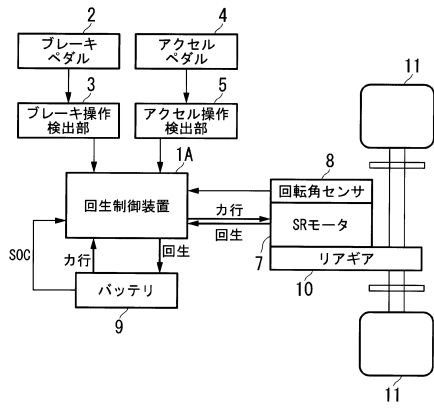
【図8】



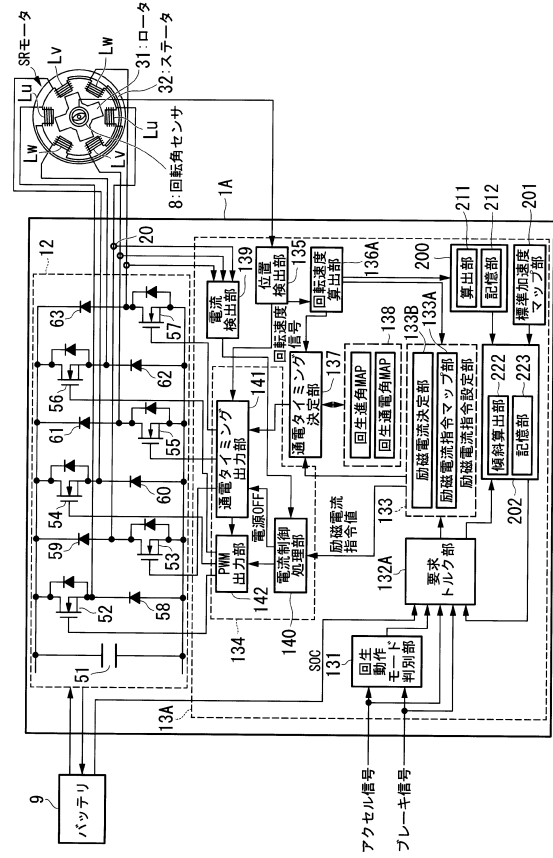
【図9】



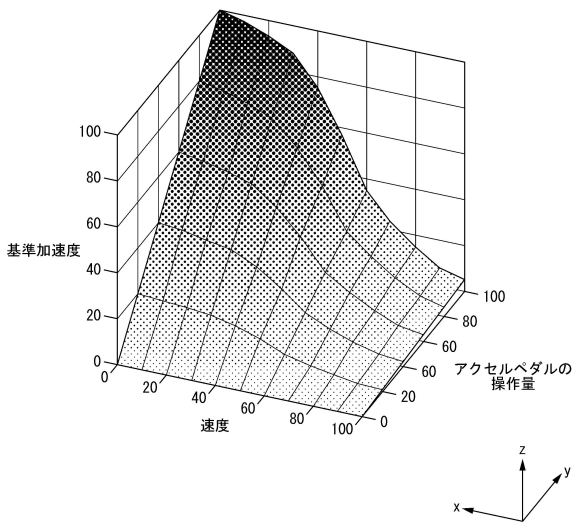
【図10】



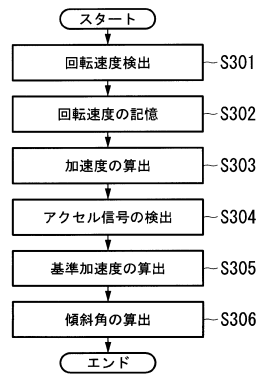
【図11】



【図12】



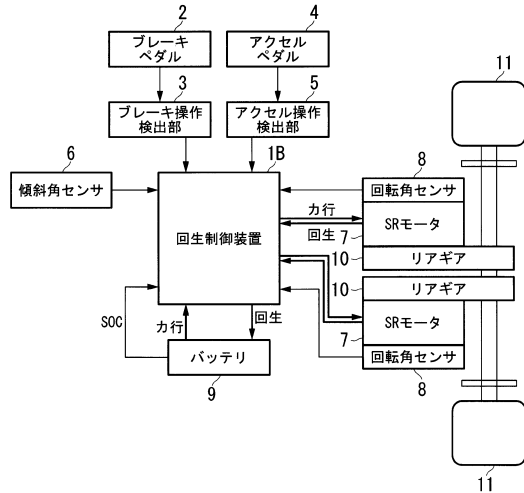
【図14】



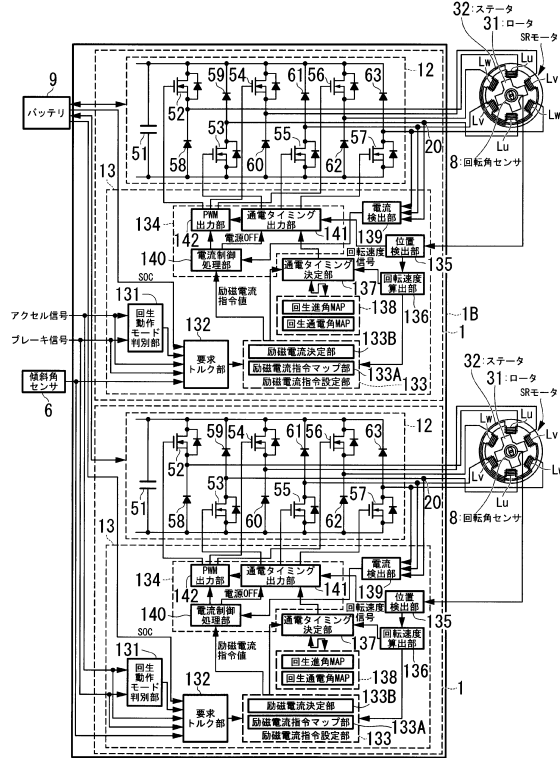
【図13】

加速度-基準加速度	傾斜角 θ
\vdots	\vdots
$a1 < a \leq a2$	$\theta 11$
$a2 < a \leq a3$	$\theta 22$
$a3 < a \leq a4$	$\theta 3$
\vdots	\vdots

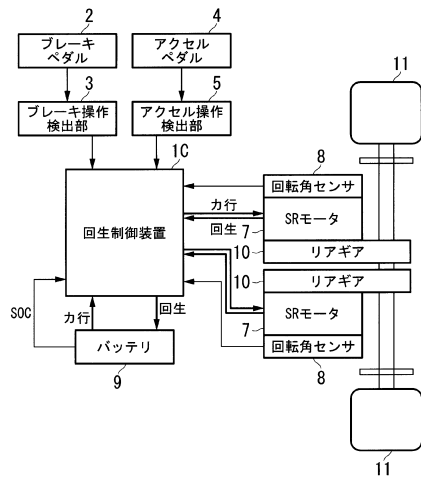
【図15】



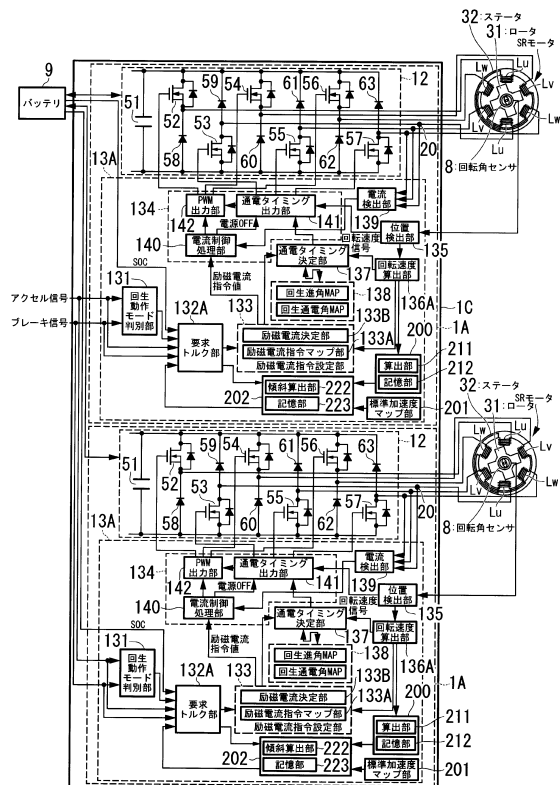
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-080618(JP,A)
特開平07-274570(JP,A)
特開2013-187959(JP,A)
特開2007-236135(JP,A)
特開2010-283951(JP,A)
特開2010-100256(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
H02P 4/00 - 31/00