

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4424418号
(P4424418)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int.Cl.	F I	
B60L 11/18 (2006.01)	B60L 11/18	G
HO1M 8/04 (2006.01)	HO1M 8/04	P
HO1M 8/00 (2006.01)	HO1M 8/00	A
HO1M 8/10 (2006.01)	HO1M 8/00	Z
	HO1M 8/10	

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-334356 (P2007-334356)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成19年12月26日(2007.12.26)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2009-158256 (P2009-158256A)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(43) 公開日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 真司
審査請求日	平成20年11月11日(2008.11.11)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
		(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
		(72) 発明者	吉田 道雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及び燃料電池車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料ガスと酸化ガスとの電気化学反応によって発電する燃料電池と、
電力供給を受けて駆動可能かつ回生電力を発生可能なモータと、
前記燃料電池から出力される直流電力を交流電力に変換して前記モータに供給することにより、前記モータの駆動を制御するインバータと、
前記モータに対して前記燃料電池とは並列に接続され、前記燃料電池の発電電力および前記モータの回生電力を充電可能かつ充電電力を前記モータに放電可能な蓄電部と、
前記モータの回転数を検知する回転数検知器と、
前記モータの現在の回転数に基づいて、前記インバータの前記モータに対する制御の停止を許可するか否かを決定する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記モータの現在の回転数を、前記燃料電池の運転モードに応じて異なる閾値と比較することにより前記決定を行うものであって、

前記運転モードは、通常の運転モードと、高電位化回避制御モード及び暖機運転モードの内の少なくとも1つとを含み、

前記制御部は、前記モータの現在の回転数が、前記燃料電池の現在の運転モードに対応する回転数閾値より小さい場合に、前記インバータの前記モータに対する制御の停止を許可する、燃料電池システム。

【請求項2】

前記制御部は、前記燃料電池の各運転モードにおける最大出力電圧に対応する前記モータの回転数を、回転数閾値として運転モードに関連付けて格納する内部メモリを有しており、

前記制御部は、複数の回転数閾値の内から、前記燃料電池の現在の運転モードに対応する1つの回転数閾値を抽出し、該回転数閾値を用いて前記決定を行う、

請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の燃料電池システムと、

少なくとも前記燃料電池の運転に使用される補機と、
を備える燃料電池車両。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システム及びこれを備える燃料電池車両に関し、特に、燃料電池システムにおいて、電力供給を受けて駆動可能かつ回生電力を発生可能なモータに対するインバータによる制御に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、燃料ガスと酸化ガスとの電気化学反応によって発電する燃料電池をエネルギー源とする燃料電池システムが注目されている。燃料電池システムは、燃料電池のアノードに燃料タンクから高圧の燃料ガスを供給するとともに、カソードに酸化ガスとしての空気を加圧供給し、これら燃料ガスと酸化ガスとを電気化学反応させ、起電力を発生させるものである。このような燃料電池システムを搭載した車両の開発も進められている。車載用の燃料電池システムは、燃料電池と二次電池と走行モータと補機とを主体として構成されている。

20

【0003】

ところで、通常の電動車両においては、シフトポジションが「D（ドライブ）」レンジの際に、バッテリーからインバータ等を介して走行用モータに電力を供給することにより回転させ、その駆動力を駆動輪に伝達する。一方、シフトポジションが「N（ニュートラル）」レンジになると、インバータ制御を停止するため、走行用モータが成り行きに任せて回転数に応じた逆起電力を発生する状態となる（シャットダウンと呼ばれる）。即ち、駆動輪から逆伝達された駆動力により走行用モータを回転させ、それによって発生した逆起電圧により、インバータを介してバッテリーを充電する。

30

【0004】

ところが、モータの回転数が高い状態でシフトポジションが「N」レンジになると、過大な逆起電圧が発生することになり、バッテリー及びコンバータに過電圧がかかって、耐久性が低下するおそれがある。そこで、従来においては、シフトポジションが「N」レンジになった際に、モータの回転数が所定の閾値以下である場合にはシャットダウンさせ、回転数が該閾値よりも高い場合にはシャットダウンさせないように制御されている。

【0005】

40

関連する技術として、特許文献1には、「N」ポジションの選択時に、過剰な逆起電圧が発生するのを防止すると共に、回生制動力の発生による違和感を回避するために、「N」ポジションでは、目標電力算出手段が目標電圧を一律にゼロに設定し、モータが駆動トルクも回生トルクも発生しないようにすることが開示されている。

【特許文献1】特開平9-23508号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、燃料電池システムを搭載した電動車両においては、燃料電池の総電圧が所定の閾値以上になることを抑制する高電位化回避制御や、通常の運転よりも短時間で燃

50

料電池を昇温させるための暖機運転等の様々な発電状態（運転モード）がある。そのため、通常の電動車両と同様に、モータの回転数に応じて一律にシャットダウンの許可・不許可を制御すると、燃料電池の発電状態によっては、燃料電池の最大出力電圧よりも逆起電圧が大きくなる等、システム全体の電力供給制御に影響を及ぼすおそれがある。

【0007】

そこで、本発明は、電力供給を受けて駆動可能かつ回生電力を発生可能なモータを有する燃料電池システムにおいて、電力供給制御に対する影響を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1つの観点に係る燃料電池システムは、燃料ガスと酸化ガスとの電気化学反応によって発電する燃料電池と、電力供給を受けて駆動可能かつ回生電力を発生可能なモータと、前記燃料電池から出力される直流電力を交流電力に変換して前記モータに供給することにより、前記モータの駆動を制御するインバータと、前記モータに対して前記燃料電池とは並列に接続され、前記燃料電池の発電電力および前記モータの回生電力を充電可能かつ充電電力を前記モータに放電可能な蓄電部と、前記モータの回転数を検知する回転数検知器と、前記モータの現在の回転数に基づいて、前記インバータの前記モータに対する制御の停止を許可するか否かを決定する制御部とを備え、前記制御部は、前記モータの現在の回転数を、前記燃料電池の運転モードに応じて異なる回転数閾値と比較することにより前記決定を行う。

【0009】

本発明の1つの観点によれば、燃料電池の運転モードに応じた回転数閾値を用いて、モータに対するインバータ制御の停止（シャットダウン）の許可・不許可を決定するので、燃料電池の最大出力電圧を超える逆起電圧の発生が抑制される。

【0010】

ここで、前記制御部は、前記モータの現在の回転数が、前記燃料電池の現在の運転モードに対応する回転数閾値より小さい場合に、前記インバータの前記モータに対する制御の停止を許可する。

【0011】

前記制御部は、前記燃料電池の各運転モードにおける最大出力電圧に対応する前記モータの回転数を、回転数閾値として運転モードに関連付けて格納する内部メモリを有しており、前記制御部は、複数の回転数閾値の内から、前記燃料電池の現在の運転モードに対応する1つの回転数閾値を抽出し、該回転数閾値を用いて前記決定を行う。

このように、運転モードごとに設定された回転数閾値を予め用意しておくことにより、測定が容易で誤差の少ない回転数に基づいて上記決定を行うことができるようになる。

【0012】

前記複数の運転モードは、通常の運転モードと、高電位化回避制御モード及び暖機運転モードの内の少なくとも1つを含む。高電位化回避制御モード及び暖機運転モードは、通常の運転モードに比較して最大出力電圧が低いので、これらの運転モードに対応する回転数閾値を用意しておくことにより、燃料電池システムにおける電力供給制御をより安全に行うことができる。

【0013】

また、本発明に係る燃料電池車両は、上記燃料電池システムと、少なくとも前記燃料電池の運転に使用される補機とを備える。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、燃料電池の最大出力電圧を超える逆起電圧の発生や、蓄電部への過電圧を抑制することができるので、燃料電池システムにおける電力供給制御への影響を低減することができる。従って、このような燃料電池システムを搭載した電動車両においては、安定した電力供給制御の下で走行することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明に係る実施の形態について図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る燃料電池システムを備える燃料電池車両の要部構成を示す図である。

本実施形態では、燃料電池自動車 (F C H V ; Fuel Cell Hybrid Vehicle)、電気自動車、ハイブリッド自動車等の車両に搭載される燃料電池システムを想定するが、車両のみならず各種移動体 (例えば、二輪車や船舶、飛行機、ロボット等) にも適用可能である。

【 0 0 1 6 】

この車両 1 0 0 は、減速ギア 1 2 を介して車輪 6 3 L、6 3 R に連結されたトラクションモータ (以下、単にモータとも言う) 6 1 を駆動力源として走行する。トラクションモータ 6 1 の電源は、電源システム 1 である。電源システム 1 から出力される直流は、インバータ 6 0 で三相交流に変換され、トラクションモータ 6 1 に供給される。トラクションモータ 6 1 は制動時に発電機としても機能することができる。電源システム 1 は、燃料電池 4 0、バッテリー (蓄電部) 2 0、D C / D C コンバータ 3 0 等から構成される。

10

【 0 0 1 7 】

燃料電池 4 0 は、供給される反応ガス (燃料ガス及び酸化ガス) から電力を発生する手段であり、固体高分子型、燐酸型、溶融炭酸塩型等の種々のタイプの燃料電池を利用することができる。燃料電池 4 0 は、フッ素系樹脂等によって形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜等から成る高分子電解質膜 4 1 を備え、高分子電解質膜 4 1 の表面には白金触媒 (電極触媒) が塗布されている。

20

【 0 0 1 8 】

なお、高分子電解質膜 4 1 に塗布する触媒は白金触媒に限らず、白金コバルト触媒 (以下、単に触媒という) 等にも適用可能である。燃料電池 4 0 を構成する各セルは、高分子電解質膜 4 1 の両面にアノード極 4 2 とカソード極 4 3 とをスクリーン印刷等によって形成した膜・電極接合体 4 4 を備えている。燃料電池 4 0 は、複数の単セルを直列に積層したスタック構造を有している。

【 0 0 1 9 】

燃料電池 4 0 の燃料極 (アノード) には、燃料ガス供給源 7 0 から水素ガス等の燃料ガスが供給される一方、酸素極 (カソード) には、酸化ガス供給源 8 0 から空気等の酸化ガスが供給される。

30

【 0 0 2 0 】

燃料ガス供給源 7 0 は、例えば水素タンクや様々な弁等から構成され、弁開度や O N / O F F 時間等を調整することにより、燃料電池 4 0 に供給する燃料ガスを制御する。

【 0 0 2 1 】

酸化ガス供給源 8 0 は、例えばエアコンプレッサやエアコンプレッサを駆動するモータ、インバータ等から構成され、該モータの回転数等を調整することにより、燃料電池 4 0 に供給する酸化ガスを調整する。

【 0 0 2 2 】

この燃料電池 4 0 の出力電圧 (以下、F C 電圧) 及び出力電流 (以下、F C 電流) は、それぞれ電圧センサ 9 2 及び電流センサ 9 3 によって検出される。また、燃料電池 4 0 の内部温度 (以下、F C 温度) は、温度センサ 9 4 によって検出される。

40

【 0 0 2 3 】

バッテリー 2 0 は、充放電可能な二次電池であり、例えばニッケル水素バッテリー等により構成されている。もちろん、バッテリー 2 0 の代わりに二次電池以外の充放電可能なあらゆる蓄電器 (例えばキャパシタ) を設けても良い。このバッテリー 2 0 は、燃料電池 4 0 の放電経路に介挿され、燃料電池 4 0 と並列に接続されている。バッテリー 2 0 と燃料電池 4 0 とはトラクションモータ用のインバータ 6 0 に並列接続されており、バッテリー 2 0 とインバータ 6 0 の間には D C / D C コンバータ 3 0 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

インバータ 6 0 は、例えば複数のスイッチング素子によって構成されたパルス幅変調方

50

式のPWMインバータであり、制御装置10から与えられる制御指令に応じて燃料電池40またはバッテリー20から出力される直流電力を三相交流電力に変換し、トラクションモータ61へ供給する。トラクションモータ61は、車輪63L、63Rを駆動するためのモータであり、かかるモータ61の回転数はインバータ60によって制御される。また、モータ61の回転数は、回転数検知器64によって検知され、制御装置10に送出される。

【0025】

DC/DCコンバータ30は、例えば4つのパワー・トランジスタと専用のドライブ回路(いずれも図示略)によって構成されたフルブリッジ・コンバータである。DC/DCコンバータ30は、バッテリー20から入力されたDC電圧を昇圧または降圧して燃料電池40側

10

【0026】

に出力する機能、燃料電池40等から入力されたDC電圧を昇圧または降圧してバッテリー20側に出力する機能を備えている。また、DC/DCコンバータ30の機能により、バッテリー20の充放電が実現される。

【0027】

バッテリー20とDC/DCコンバータ30の間には、車両補機やFC補機等の補機類50が接続されている。バッテリー20は、これら補機類50の電源となる。なお、車両補機とは、車両の運転時等に使用される種々の電力機器(照明機器、空調機器、油圧ポンプ等)をいい、FC補機とは、燃料電池40の運転に使用される種々の電力機器(燃料ガスや酸化ガスの供給に供されるエアコンプレッサやポンプ等)をいう。

20

【0028】

制御装置10は、入力される各センサ信号に基づいて燃料ガス通路に設けられた調圧弁71や酸化ガス通路に設けられた調圧弁81、燃料ガス供給源70、酸化ガス供給源80、バッテリー20、DC/DCコンバータ30、インバータ60等、システム各部を制御する。この制御装置10には、例えば圧力センサ91によって検出される燃料ガスの供給圧力や、電圧センサ92によって検出される燃料電池40のFC電圧や、電流センサ93によって検出される燃料電池40のFC電流や、温度センサ94によって検出されるFC温度や、回転数検知器64によって検出されるモータ61の回転数等を表す信号が入力される。

30

【0029】

また、制御装置10には、車両のシフトポジション(例えば、P:パーキングモード、R:リバースモード、N:ニュートラルモード、D:ドライブモード等)を選択するためにユーザによって操作される操作部2が接続されている。シフトポジションが変更されると、シフトポジション検知信号が操作部2から制御装置10に送出される。

【0030】

さらに、制御装置10は、シフトポジションが「N」レンジに入った場合に、トラクションモータ61のインバータ駆動を停止するか否か、即ち、シャットダウンの許可・不許可を決定する(シャットダウン制御)。その際に、制御装置10は、その時のモータ61の回転数に基づいて、燃料電池40の運転モードに応じて異なる回転数の閾値を用いてこの決定を行う。

40

【0031】

次に、シャットダウン制御において用いられる回転数の閾値について、図2を参照しながら説明する。

燃料電池40の運転モードには、通常の運転モードに加え、通常よりも出力電圧の上限が低く設定される高電位化回避制御モードや暖機運転モード等がある。

【0032】

通常の運転モードにおいては、インバータ電圧の最大値 V_{MAX} (例えば、燃料電池スタックの開放端電圧)が、許容される逆起電圧の上限となる。従って、この上限電圧 V_{MAX}

50

に対応する上限回転数 N_{CONST} が回転数閾値として設定される。

【 0 0 3 3 】

高電位化回避制御モードとは、燃料電池の劣化の進行を抑制するために、燃料電池 4 0 の出力電圧を所定の電圧閾値（高電位回避電圧閾値）以下に強制的に下げる運転モードである。高電位回避電圧閾値は、燃料電池 4 0 の開放電圧よりも低い電圧であり、予め実験等により求められ、製造出荷時等に制御装置 1 0 の内部メモリ 1 1 に格納されている。また、高電位化回避制御モードへの転換は、例えば、FC 電圧や FC 電流に基づいて制御される。具体的には、制御装置 1 0 は、FC 電圧及び FC 電流が予め用意された特性マップの所定の領域に含まれる場合に、高電位化回避モードに入るように各部に制御信号を送出する。

10

【 0 0 3 4 】

このような高電位化回避制御モードにおいては、高電位化回避制御モードにおける燃料電池 4 0 の最大出力電圧 V_a 、言い換えれば、高電位回避電圧閾値が、許容される逆起電圧の上限となる。従って、最大出力電圧 V_a に対応する上限回転数 N_a が閾値として設定される。

【 0 0 3 5 】

一方、暖機運転モードとは、低温始動時に、燃料電池 4 0 の発電に伴う自己発熱を促進し（つまり、発熱量を増大させ）、通常運転よりも短時間で燃料電池 4 0 を昇温させる運転モードのことである。暖機運転は、例えば、通常の運転に比して反応ガス（酸化ガス又は燃料ガス）を不足気味にして電力損失を大きくする、即ち、燃料電池 4 0 の発電効率を低下させて発熱量を増加させる低効率運転や、燃料電池 4 0 の出力電流を増大させることにより発電に伴う発熱量を増加させる運転により実現される。また、暖機運転モードへの転換は、例えば、FC 温度に基づいて制御される。具体的には、制御装置 1 0 は、FC 温度が所定の温度閾値より低い場合に、暖機運転モードに入るよう各部に制御信号を送出する。

20

【 0 0 3 6 】

このような暖機運転モードにおいては、暖機運転時の最大出力電圧 V_b が、許容される逆起電圧の上限となる。従って、最大出力電圧 V_b に対応する上限回転数 N_b が閾値として設定される。

【 0 0 3 7 】

これらの上限回転数 N_{MAX} 、 N_a 、 N_b は、それぞれの運転モードに関連付けられ、制御装置 1 0 の内部メモリ 1 1 に格納されている。

30

【 0 0 3 8 】

次に、図 3 を参照しながら、制御装置 1 0 のシャットダウン制御動作について説明する。

ステップ S 0 1 において、操作部 2 から制御装置 1 0 にシフトポジション検知信号が入力されると、制御装置 1 0 は、この信号が「N（ニュートラル）」レンジを表す信号であるか否かを判定する（ステップ S 0 2）。

【 0 0 3 9 】

シフトポジション検知信号が「N」レンジを表している場合に、ステップ S 0 3 において、制御装置 1 0 は、燃料電池 4 0 の現在の運転モードが暖機運転モードであるか否かを判定する。

40

【 0 0 4 0 】

燃料電池 4 0 が暖機運転モードである場合に、ステップ S 1 1 において、制御装置 1 0 は、暖機運転モードにおける上限回転数 N_b を回転数閾値に設定する。

【 0 0 4 1 】

一方、燃料電池 4 0 が暖機運転モードではない場合に、ステップ S 0 4 において、制御装置 1 0 は、燃料電池 4 0 の運転モードが高電位化回避モードであるか否かを判定する。

【 0 0 4 2 】

燃料電池 4 0 が高電位化回避制御モードである場合に、ステップ S 1 2 において、制御

50

装置 10 は、高電位化回避制御モードにおける上限回転数 N_a を回転数閾値に設定する。

【0043】

燃料電池 40 が、暖機運転モード及び高電位化回避制御モードのいずれでもない場合に、ステップ S05 において、制御装置 10 は、通常の運転モードにおける上限回転数 N_{CO_NST} を回転数閾値に設定する。

【0044】

ステップ S06 において、制御装置 10 は、現在のモータ 61 の回転数と、ステップ S11、S12、S05 のいずれかにおいて設定された回転数閾値とを比較する。そして、現在の回転数が回転数閾値よりも小さい場合に、シャットダウンを許可する（ステップ S07）。それにより、モータ 61 に対するインバータ制御が停止する。

10

【0045】

一方、現在の回転数が回転数閾値以上である場合には、シャットダウンは許可されない（ステップ S13）。それにより、各運転モードにおける最大出力電圧（ V_{MAX} 、 V_b 、 V_a ）を超える逆起電力の発生が防止される。この場合には、燃料電池 40 の運転モードが切り替わるか、又は、ブレーキ操作や自然の減速によりモータ 61 の回転数が閾値よりも小さくなった際に、シャットダウンが許可される。

【0046】

以上説明したように、本実施形態によれば、燃料電池の各運転モードにおける最大出力電圧（ V_{MAX} 、 V_a 、 V_b ）以上の逆電圧が発生するのを防ぐことができる。従って、バッテリーやコンバータに過電圧がかかるのを抑制することができる。

20

【0047】

なお、本実施形態においては、図 1 に示すように、補機類が DC / DC コンバータに対してバッテリー側に接続されている構成となっているが、補機類が DC / DC コンバータに対して燃料電池側に接続されている構成に対して本発明を適用しても良い。この場合には、過大な逆起電圧による補機インバータの定格電圧超えも抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】本発明の一実施形態に係る燃料電池システムを含む燃料電池車両の要部構成を示すシステム構成図である。

【図 2】運転モードに対応する回転数閾値の設定方法を説明するための図である。

30

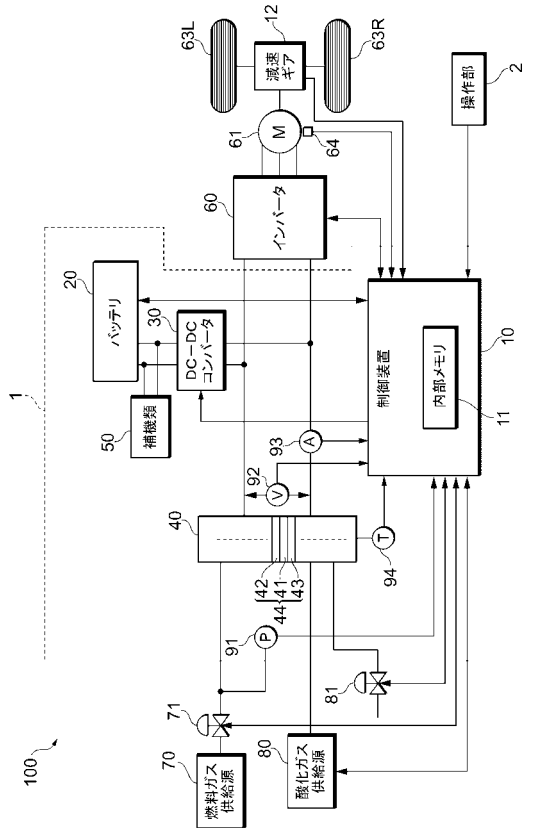
【図 3】制御装置によるシャットダウン制御方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

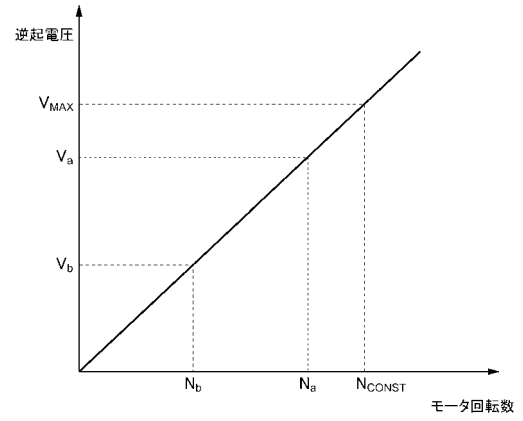
【0049】

10 ... 制御装置（制御部）、11 ... 内部メモリ、20 ... バッテリ（蓄電部）、40 ... 燃料電池、50 ... 補機類（補機）、60 ... インバータ、61 ... トラクションモータ（モータ）、64 ... 回転数検知器

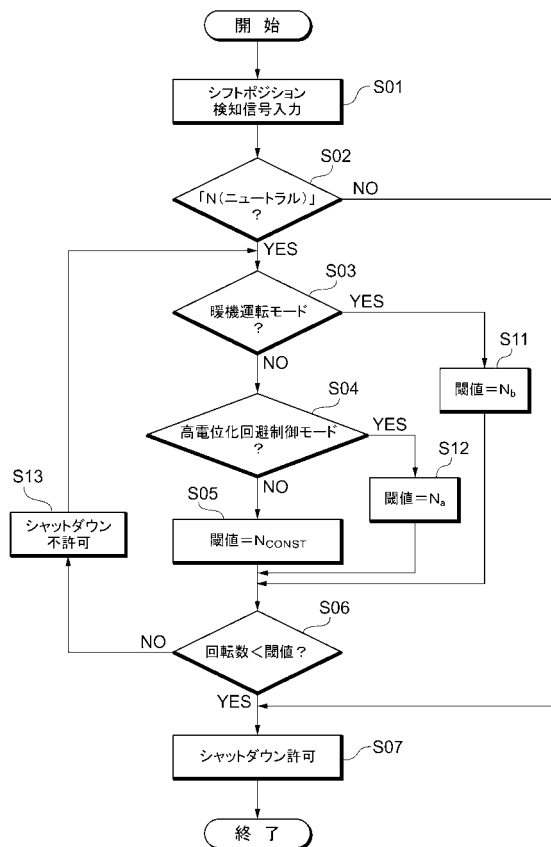
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 朋也
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 竹下 晋司

(56)参考文献 特開平09-023508(JP,A)
特開2007-234554(JP,A)
特開2001-339923(JP,A)
特開2007-236197(JP,A)
特開2007-165104(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60L 1/00 - 15/42
H01M 8/00 - 8/24