

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6363221号
(P6363221)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 P 27/06 (2006.01) H O 2 P 27/06

請求項の数 2 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-556513 (P2016-556513) (86) (22) 出願日 平成27年10月21日(2015.10.21) (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/079627 (87) 国際公開番号 W02016/067982 (87) 国際公開日 平成28年5月6日(2016.5.6) 審査請求日 平成29年3月21日(2017.3.21) (31) 優先権主張番号 特願2014-220955 (P2014-220955) (32) 優先日 平成26年10月30日(2014.10.30) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地 (74) 代理人 110000350 ポレール特許業務法人 (72) 発明者 三本菅 紘和 日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 社内 (72) 発明者 明円 恒平 日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 社内</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リレーを介して電源と接続される平滑コンデンサを有するインバータと、前記インバータと接続されるモータと、前記モータに流れる電流を検出する電流センサと、を有するシステムを制御するモータ制御装置であって、

前記電流センサにより検出した電流値に対し、前記電流センサのオフセット誤差による検出誤差を補正する電流センサ補正部と、

前記リレーが閉状態となって前記モータが制御できる状態となり、その後、前記システムへの停止要求に応じて前記リレーが遮断されると、前記インバータを介して前記平滑コンデンサに溜まった電荷を前記モータで放電する放電制御部と、
を備え、

前記電流センサの前記オフセット誤差は温度特性を有し、

前記電流センサ補正部は、前記リレーが遮断された後から前記放電制御部による放電制御開始までの間に前記モータの電流が流れていない状態で取得される前記電流センサの検出値を、前記オフセット誤差の値として、前記放電制御部による放電制御時に、前記電流センサの前記検出誤差を補正し、

前記放電制御部は、前記放電制御時に、前記電流センサ補正部により補正された前記電流センサの値に基づいて前記モータの電流を制御することで、前記モータにトルクが発生することを低減しながら放電を行うモータ制御装置。

【請求項2】

請求項 1 に記載のモータ制御装置であって、

前記電流センサ補正部は、前記平滑コンデンサの電圧変化から前記モータに電流が流れていない状態を検知するモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電源からの出力をインバータにより交流電圧に変換し、モータを駆動するシステムにおいて、モータへ印加する電圧を制御するために、インバータは高速でスイッチングを行う素子を有している。このスイッチングにより変動する電圧を平滑化するために、インバータと電源の間に平滑コンデンサが配置される。また、電源とインバータとの間には、両者の間の接続を開閉するために、リレーが設けられている。

10

【0003】

モータの駆動時には、平滑コンデンサの電圧は電源電圧と略同じになり、ハイブリッド自動車や電気自動車では数100Vになる。インバータの保守、点検、修理時には、リレーを開状態とした上で平滑コンデンサの電荷をすばやく放出し、作業が安全に行えるようにする必要がある。

【0004】

20

特許文献 1 に、モータに電流を流すことで平滑コンデンサの電荷を放電する方法が提案されている。ロータの磁束方向でありモータ励磁用の永久磁石とともにモータを励磁する d 軸電流を非ゼロに、d 軸に直行しモータにトルクを付与する q 軸電流がゼロとなるように、モータに供給する電流を制御する。モータに供給する電流は、電流センサにより検出したモータに流れている電流値と、目標の電流値の差をゼロに近づけるように動作するフィードバック制御により決定される。

【0005】

これにより、モータにトルクが発生することなくモータに電流を流すことが可能になり、巻線のインピーダンスで電力が消費されるため、平滑コンデンサの電荷の放電が行われる。

30

【0006】

しかしながら、モータ電流を検出する電流センサに検出誤差が有る場合、意図しない電流がモータに流れてしまうおそれがある。意図しない電流とは、q 軸電流が非ゼロの電流である。q 軸電流が流れるとモータにトルクが発生し、モータが回転してしまうおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開平9-70196号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明が解決しようとする課題は、平滑コンデンサの放電時にモータの q 軸電流が意図せず流れることによってモータにトルクが発生することを低減する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するための、本発明に係るモータ制御装置は、リレーを介して電源と接続される平滑コンデンサを有するインバータと、前記インバータと接続されるモータと、前記モータに流れる電流を検出する電流センサと、を有するシステムを制御するモータ制御装置であって、前記電流センサにより検出した電流値に対し、前記電流センサのオフセ

50

ット誤差による検出誤差を補正する電流センサ補正部と、前記リレーが閉状態となって前記モータが制御できる状態となり、その後、前記システムへの停止要求に応じて前記リレーが遮断されると、前記インバータを介して前記平滑コンデンサに溜まった電荷を前記モータで放電する放電制御部と、を備え、前記電流センサの前記オフセット誤差は温度特性を有し、前記電流センサ補正部は、前記リレーが遮断された後から前記放電制御部による放電制御開始までの間に前記モータの電流が流れていない状態で取得される前記電流センサの検出値を、前記オフセット誤差の値として、前記放電制御部による放電制御時に、前記電流センサの前記検出誤差を補正し、前記放電制御部は、前記放電制御時に、前記電流センサ補正部により補正された前記電流センサの値に基づいて前記モータの電流を制御することで、前記モータにトルクが発生することを低減しながら放電を行う。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明により、平滑コンデンサの放電時にモータにトルクが発生することを低減させ、信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1の実施形態における電源、モータ、平滑コンデンサの放電処理を実施する装置を含むモータ制御システムの概要を説明する図である。

【図2】制御装置90の起動から停止までの流れを説明するフロー図である。

【図3】モータ制御システムのリレー20が開状態となり、放電処理に先んじて行う電流センサ補正処理の流れを説明するフロー図である。

20

【図4】電流値（真値）に対する電流センサ検出値と、検出値に含まれるオフセット誤差の関係を示した図である。

【図5】電流値（真値）に対する電流センサ検出値と、オフセット誤差の温度特性を示した図である。

【図6】システム起動時に電流センサ補正処理を実施した場合の、システムの起動から停止までのオフセット誤差（温度特性あり）、オフセット誤差補正值、電流値（真値）、補正後電流値を示した図である。

【図7】放電処理開始直前に電流センサ補正処理を実施した場合の、システムの起動から停止までのオフセット誤差（温度特性あり）、オフセット誤差補正值、電流値（真値）、補正後電流値を示した図である。

30

【図8】本発明の第2の実施形態において、モータ制御装置のリレー20が開状態となり、放電処理に先んじて行う電流センサ補正処理の流れを説明するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施するための形態を図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0013】

図1は、本発明の第1の実施形態における電源、モータ、平滑コンデンサの放電処理を実施する装置を含むモータ制御システムの概要を説明する図である。

40

【0014】

モータ制御システムは、電源10と、リレー20と、モータ30と、モータ30の磁極位置検出回路40と、インバータ50と、平滑コンデンサ60と、平滑コンデンサ60の電圧検出回路70と、モータ30とインバータ50間の電流センサ80と、制御装置90を備える。

【0015】

電源10は、数100[V]の直流電源であり、ニッケル水素バッテリーやリチウムイオンバッテリーなどが用いられる。リレー20は、電源10とインバータ50の間に配置される。リレー20が開状態の時は電源10とインバータ50は電氣的に遮断され、リレー20が閉状態の時電源10とインバータ50は電氣的に接続され電源10の電力がインバータ

50

50に供給される。

【0016】

平滑コンデンサ60は、電源10の出力を平滑化し、リレー20が閉状態のときには電源10と略同じ電圧となる。平滑コンデンサ60の電圧値Vdcは、電圧検出回路70により検出され、制御装置90へ伝達される。

【0017】

インバータ50は、複数個のスイッチングを行うスイッチング素子部51(たとえばIGBTとダイオード)を内蔵し、電源10からの電力を直流から三相交流への電力変換を行う。インバータ50に内蔵されるスイッチング素子部51は、電源10の正極側と負極側にそれぞれ3相ずつ配置され、この合計6つの素子のスイッチングにより発生する電圧のパルス幅を変化させ、所定の電圧をモータ30へ印加するパルス幅変調方式が可能である。

10

【0018】

モータ30は、3相(ここではU相、V相、W相とする)巻線を有するステータと、巻線に電流が流れることで変化する磁束によってトルクが発生するロータの2つの部分から構成される。モータ30を流れる電流は、電流センサ80により検出され電流センサ補正部95へ伝達される。電流センサ80により検出された電流値 I_u, I_v, I_w は、オフセット誤差とよばれる電流センサの検出誤差を含んでいる。

【0019】

磁極位置検出回路40は、モータ30のロータの回転により変化する磁極位置を検出し、磁極位置は回転数演算部91とPI制御部94へと伝達される。

20

【0020】

制御装置90は、回転数演算部91と、電流指令生成部92と、放電制御部93と、PI制御部94と、電流センサ補正部95と、PWM生成部96から構成され、外部からのトルク指令 T_{rq} を受信し、モータ30へ供給する電流を制御する。

【0021】

回転数演算部91は、磁極位置検出回路40から磁極位置を取得し、磁極位置の変化量からモータ回転数を生成する。

【0022】

電流指令生成部92は、外部から受信したトルク指令 T_{rq} に基づいて、指定したトルクを出力するためにd軸とq軸の目標電流値を、モータ回転数と平滑コンデンサ60の平滑コンデンサ電圧Vdcに応じて生成する。

30

【0023】

電流センサ補正部95は、電流センサ80により検出した電流値 I_u, I_v, I_w に対し、電流センサ80のオフセット誤差に起因する検出誤差を補正する。電流センサ補正部95により補正された補正後電流値 I_u', I_v', I_w' は、PI制御部94で使用される。

【0024】

PI制御部94は、d軸とq軸の目標電流値と、補正後電流値 I_u', I_v', I_w' をd軸電流とq軸電流に変換した電流値とを比較し、その差分に対しPI演算を施して、電圧指令値を生成する。

40

PWM生成部96は、電圧指令値と平滑コンデンサ電圧Vdcに基づいて、スイッチング素子部51をオンオフ制御するためのPWM駆動信号を生成する。

〔放電処理の概要〕

放電制御部93は、モータ30の巻き線による放電に必要なd軸とq軸の目標電流値を出力する。リレー20が開状態となり平滑コンデンサ60の放電処理を行う場合、放電制御部93は、PI制御部94に放電制御部93から出力された目標電流値が入力されるように切り替えを行う。

【0025】

図2は、制御装置90の起動から停止までの流れを説明するフロー図である。

【0026】

50

ステップ10においてシステムが起動すると、ステップ20においてリレー20が閉状態となり電源10とインバータ50が接続され、平滑コンデンサ60に電圧が印加される。

【0027】

モータ30を制御する準備が完了するとステップ30に遷移し、モータ30を制御することができる状態となる。制御装置90は目標となるトルク指令から電圧指令値を算出し、PWM駆動信号の出力制御を行う。

【0028】

ステップ40においてシステムへの停止要求が確認されると、PWM駆動信号の出力を停止しステップ50にてリレー20は開状態となり、電源10とインバータ50は電氣的に切り離される。

【0029】

リレー20が開状態となり、モータ30へ流れる電流がゼロとなる状態において、ステップ60の電流センサ補正処理を行う。電流センサ補正処理は、電流がゼロとなる状態における電流センサ検出値をオフセット誤差補正值として保持する。

【0030】

電流センサ補正部95は、電流センサ80により検出した電流値 I_u, I_v, I_w から取得したオフセット誤差補正值分を減算することで、オフセット誤差に起因する検出誤差を補正する。

【0031】

次に、平滑コンデンサ60に残っている電荷を放電するためステップ70の放電処理が実施される。放電処理により平滑コンデンサ電圧 V_{dc} が所定値を下回った場合、ステップ80において放電処理の完了が確認され、ステップ90においてシステムは停止する。

【0032】

電流センサ補正処理の詳細を図3のフロー図により説明する。図3は、モータ制御システムのリレー20が開状態となり、放電処理に先んじて行う電流センサ補正処理の流れを説明するフロー図である。

ステップ100において、電流センサ補正処理を起動する。ステップ110において、電流センサ補正部95はモータ30の電流の状態を判定し、電流が流れていないと判断すると、ステップ120で電流センサ検出値を取得する。

ステップ130において、電流センサ補正部95はステップ120で取得した電流センサ検出値を、オフセット誤差補正值として設定する。

電流センサ補正部95は、モータ制御システムが起動中、電流センサ検出値からオフセット誤差補正值を減算することで、オフセット誤差を補正した補正後電流値 I_u', I_v', I_w' を生成する。オフセット誤差補正值の初期値は0であり、電流センサ補正処理が実施される毎に更新される。

図4は、電流値（真値）に対する電流センサ検出値と、検出値に含まれるオフセット誤差の関係を示した図である。

電流センサ検出値は、実際に流れている電流量である電流値（真値）に対し、オフセット誤差とよばれる検出誤差が加算されている。オフセット誤差は、電流値（真値）の大小にかかわらず、一定の値となる。オフセット誤差の大きさは、電流センサの個体差により変化する。

〔電流センサオフセット誤差の算出方法〕

これらの関係から、電流センサ80のオフセット誤差は、電流値（真値）がゼロ、つまり電流が流れてない状態における電流センサ検出値と同じになる。図5は、電流値（真値）に対する電流センサ検出値と、オフセット誤差の温度特性を示した図である。オフセット誤差は、電流センサの温度により変化する特性を持つ（温度特性）。

図6は、システム起動時に電流センサ補正処理を実施した場合の、システムの起動から停止までのオフセット誤差（温度特性あり）、オフセット誤差補正值、電流値（真値）、補正後電流値を示した図である。ここでは、温度が高いほどオフセット誤差が大きい電流

10

20

30

40

50

センサについて説明する。

電流センサ 80 の温度は、モータ 30 の制御可能状態開始（時刻 T1）より徐々に上昇し、放電処理開始時（時刻 T3）にはシステム起動時（時刻 T0 ~ 時刻 T1）より高い状態となっている。オフセット誤差は、電流センサ温度と同様に時刻 T1 より徐々に上昇する。

ここで時刻 T5 に電流センサ補正処理を実施すると、時刻 T5 においてオフセット誤差補正值がオフセット誤差（温度特性あり）と同じ値になる。図 6 の下部に、電流値（真値）と補正後電流値の関係を示す。

【0033】

時刻 T5 において、オフセット誤差補正值が設定され補正後電流値が電流値（真値）と同じとなる。放電処理を開始する時刻 T3 では、電流センサ温度の上昇に伴い、時刻 T5 よりオフセット誤差は大きくなる。

10

これにより、放電処理開始時（時刻 T3）において補正後電流値は電流値（真値）と差異があり、モータに意図しない電流が流れトルクが発生してしまう可能性がある。

【0034】

図 7 は、放電処理開始直前に電流センサ補正処理を実施した場合の、システムの起動から停止までのオフセット誤差（温度特性あり）、オフセット誤差補正值、電流値（真値）、補正後電流値を示した図である。

【0035】

電流センサ補正処理を放電処理開始（時刻 T3）の直前に実施することで、放電処理時と略同じの電流センサ温度に対するオフセット誤差を補正可能となる。

20

これにより、放電開始時（時刻 T3）において補正後電流値は電流値（真値）と略同じになり、放電処理にてモータ 30 へ意図しない電流が流れることを防止できる。

【実施例 2】

【0036】

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態において、モータ制御装置のリレー 20 が開状態となり、放電処理に先んじて行う電流センサ補正処理の流れを説明するフロー図である。

【0037】

ステップ 100 において、電流センサ補正処理が起動すると、ステップ 111 にて平滑コンデンサ電圧 Vdc を電圧閾値 1 に設定する。

【0038】

30

ステップ 112 において、ステップ 111 を実施後からの経過時間が時間閾値 1 を経過したと判定するとステップ 113 へ遷移する。

【0039】

ステップ 113 において、平滑コンデンサ電圧 Vdc が電圧閾値 1 以下と判定すると、ステップ 120 に遷移する。平滑コンデンサ電圧 Vdc が電圧閾値 1 以下になっていない場合、ステップ 111 に遷移し、現在の平滑コンデンサ電圧 Vdc にて電圧閾値 1 を更新設定する。

【0040】

ステップ 120 では、電流センサの検出値を取得する。ステップ 130 において、電流センサ補正部 95 はステップ 120 で取得した電流センサ検出値を、オフセット誤差補正值として設定する。

40

電流センサ補正部 95 は、モータ制御装置が起動中、電流センサ検出値からオフセット誤差補正值を減算することで、オフセット誤差を補正した補正後電流値 I_u' 、 I_v' 、 I_w' を生成する。オフセット誤差補正值の初期値は 0 であり、電流センサ補正処理が実施される毎に更新される。

図 1 に示される電流センサ補正部 95 による電流センサのオフセット誤差補正は、インバータ 50 とモータ 30 間で、電流が流れていないことが前提となる。制御装置 90 は、リレー 20 遮断後から放電処理開始までの間で、インバータ 50 を制御しモータ 30 へ電流を流すことはない。つまり、インバータ 50 のスイッチング素子部 51 がスイッチング動作をしていないということである。

50

しかしながら、リレー 20 開状態時にモータ 30 がまだ回転している状態でモータ 30 に誘起電圧が発生した場合に、平滑コンデンサ電圧値Vdcの大きさによっては、インバータ 50 のスイッチング素子部 51 のダイオードを通して、平滑コンデンサ 60 へ電流が流れてしまう。結果として、平滑コンデンサ電圧Vdcは上昇する。

そこで電流センサ補正部 95 は、図 8 のステップ 113 に示すように、平滑コンデンサ電圧Vdcが上昇していないと判断した場合に、電流センサ補正処理を実施する。

平滑コンデンサ電圧Vdcが上昇していないと判断した場合は、モータ 30 の誘起電圧による電圧上昇が発生していない。つまり、モータ 30 からインバータ 50 を経由して平滑コンデンサ 60 に電流が流れていないことを示している。これにより、平滑コンデンサ電圧Vdcの上昇を判定することで、電流センサ補正の実施可否を判断できる。

10

【符号の説明】

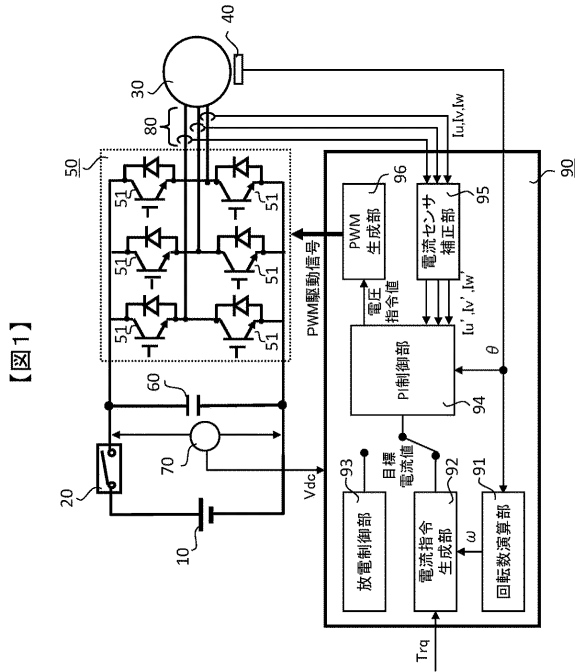
【0041】

- 10 ... 電源
- 20 ... リレー
- 30 ... モータ
- 40 ... 磁極位置検出回路
- 50 ... インバータ
- 51 ... スwitching素子部
- 60 ... 平滑コンデンサ
- 70 ... 電圧検出回路
- 80 ... 電流センサ
- 90 ... 制御装置
- 91 ... 回転数演算部
- 92 ... 電流指令生成部
- 93 ... 放電制御部
- 94 ... PI制御部
- 95 ... 電流センサ補正部
- lu, lv, lw... 電流値
- lu', lv', lw' ... 補正後電流値
- 96 ... PWM生成部
- Vdc... 平滑コンデンサ電圧
- Trq... トルク指令
- ... 磁極位置
- ... モータ回転数

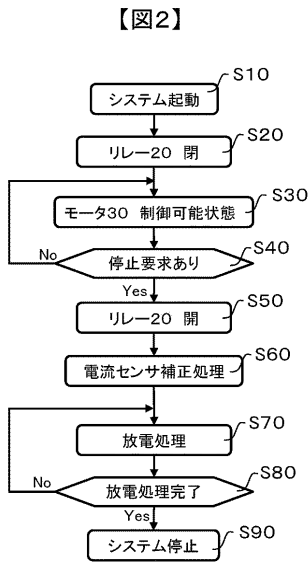
20

30

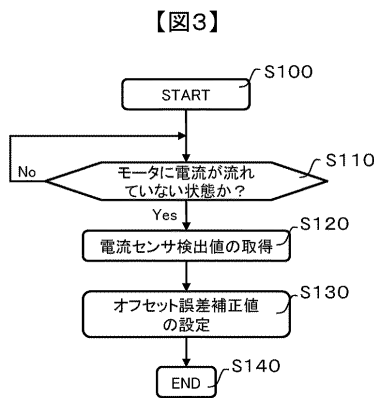
【図1】



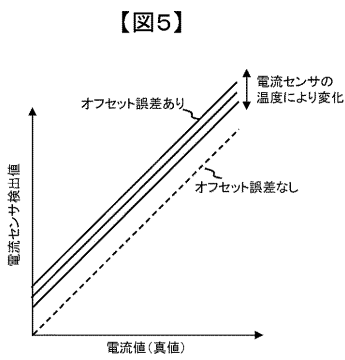
【図2】



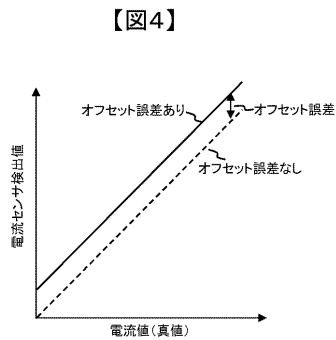
【図3】



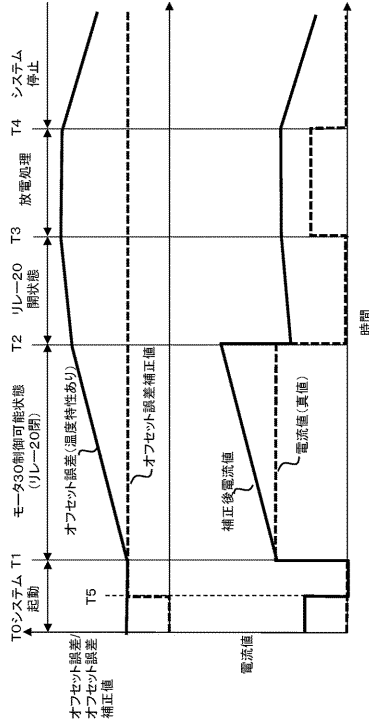
【図5】



【図4】

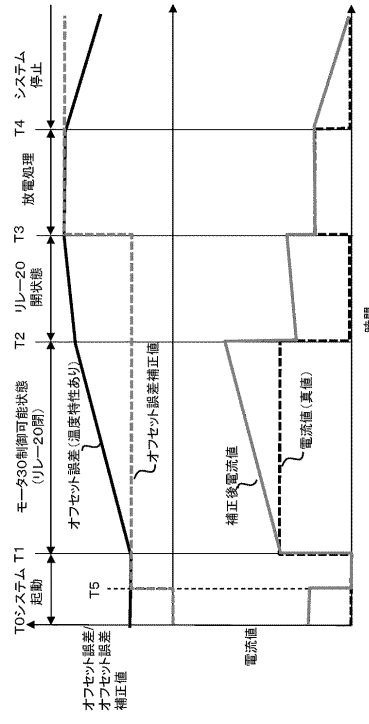


【図6】



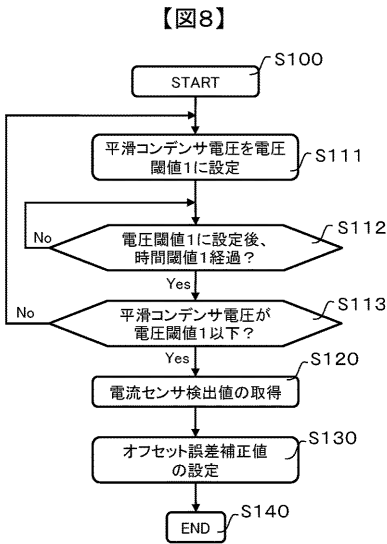
【図6】

【図7】



【図7】

【図8】



【図8】

フロントページの続き

(72)発明者 大山 和人

日本国茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2008-094342(JP,A)

特開2005-130570(JP,A)

特開2013-128403(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 21/00-27/18