

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5297751号  
(P5297751)

(45) 発行日 平成25年9月25日 (2013.9.25)

(24) 登録日 平成25年6月21日 (2013.6.21)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B60L 3/00 (2006.01)</b>	B60L 3/00 S
<b>B60L 11/12 (2006.01)</b>	B60L 11/12
<b>B60W 10/26 (2006.01)</b>	B60K 6/20 330
<b>B60W 20/00 (2006.01)</b>	H01M 10/48 301
<b>H01M 10/48 (2006.01)</b>	H01M 10/48 ZHVP
請求項の数 13 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2008-258615 (P2008-258615)  
 (22) 出願日 平成20年10月3日 (2008.10.3)  
 (65) 公開番号 特開2010-93875 (P2010-93875A)  
 (43) 公開日 平成22年4月22日 (2010.4.22)  
 審査請求日 平成22年12月6日 (2010.12.6)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 110000062  
 特許業務法人第一国際特許事務所  
 (72) 発明者 山内 修子  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内  
 (72) 発明者 嶋田 基巳  
 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株式会社 日立製作所 交通システム事業部内  
 審査官 竹下 晋司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源制御装置、車両走行制御システム及び蓄電池劣化状態検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の充放電可能な蓄電手段と、前記蓄電手段を充放電させる充放電部と、前記蓄電手段の電流を検出する電流検出部と、前記蓄電手段の温度を検出する温度検出部と、前記蓄電手段の電圧を検出する電圧検出部と、前記電流検出部の検出電流と前記電圧検出部の検出電圧を記録するデータ記録部と、前記蓄電手段の状態を検知する状態検知部と、装置待機状態で前記蓄電手段の劣化を判定するための専用手段を具備した劣化状態確認手段と、を有する電源制御装置において、

前記劣化状態確認手段は、所定の放電電流値による放電動作と当該放電前の電圧相当まで充電する充電動作を複数回繰り返す、または所定の充電電流値による充電動作と当該充電前の電圧相当まで放電する放電動作を複数回繰り返す測定用電流動作パターンにおいて、前記測定用電流パターンの開始から前記蓄電手段の前記電流、前記電圧、及び前記温度の計測を開始し、複数回繰り返される充放電動作のそれぞれの通電開始時から所定の固定計測時間  $t$  の経過後に計測された電流値及び電圧値を用い、複数の前記電流値及び前記電圧値の組に基づいて前記蓄電手段の抵抗値を算出することで、装置待機時に前記蓄電手段の抵抗値から劣化度を判定可能であることを特徴とする電源制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電源制御装置において、

前記所定の固定計測時間  $t$  が、電源制御装置の制御応答遅れ時間の最大値  $t_r$  よりも大きく、検出された電圧値が、前記測定電流動作パターン開始前の開回路電圧を規準とし

たSOC又は電圧に対し、時間あたりの電圧変化が最大となる最小の時間に設定され、  
複数回繰り返される充放電動作のそれぞれの通電開始時から前記所定の固定計測時間  
tの経過後の前記電流値と前記電圧値と、劣化測定開始時の基準となる時間における電流  
値および電圧値との差分を複数組取得し、

横軸を電流値の差分に対し、縦軸を電圧値の差分で図示したときに最小二乗法で得られ  
る傾きまたは、電圧差分を電流差分で除した値を平均化処理することにより得られる値を  
前記蓄電手段の抵抗値とし、

前記蓄電手段の測定温度に応じた対象蓄電手段の充電状態(SOC)と抵抗値の関係式  
あるいは関係表から基準温度の抵抗値に換算し、あらかじめ設定された初期抵抗あるいは  
、初回測定時に得られた初期抵抗値と比較することで前記蓄電手段の劣化度を判定する劣  
化状態確認手段を備えることを特徴とする電源制御装置。

10

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の電源制御装置を車両に搭載した車両走行制御システム  
 において、

前記劣化状態確認手段の前記専用手段は、前記蓄電手段の劣化状態を車両の走行前に確  
認し、前記電流検出部、前記電圧検出部、及び前記温度検出部により計測された電流、電  
圧、及び温度データより抵抗を演算して、演算された抵抗により劣化度を算出し、前記蓄  
電手段の劣化度を制御パラメータに反映させることを特徴とする車両走行制御システム。

【請求項4】

請求項1または請求項2に記載の電源制御装置を車両に搭載した車両走行制御システム  
 において、

前記劣化状態確認手段の前記専用手段は、  
前記蓄電手段の劣化状態を、車両走行制御システムを起動した後で、否車両走行時に確  
認できるものであって、

前記電流検出部、前記電圧検出部、及び前記温度検出部により計測された電流値、電圧  
値、及び温度データより、抵抗値を演算して、

温度とSOCの関係から前記蓄電手段の抵抗値を基準温度での抵抗値に換算し、換算さ  
れた当該抵抗値の基準抵抗値からの変化の割合を劣化状態として確認し、前記劣化状態を  
制御パラメータに反映させることを特徴とする車両走行制御システム。

20

【請求項5】

請求項4に記載の車両走行制御システムにおいて、

前記劣化状態確認手段の前記専用手段は、充電電流が定電流である前記測定用電流動作  
パターンを用いて推定された劣化状態を、充電電流が電流減衰する前記測定用電流動作パ  
ターンを用いて推定された劣化状態に換算し、換算された当該劣化状態の、充電電流が定  
電流である前記測定用電流動作パターンを用いて推定された劣化状態からの変化量が閾値  
よりも大きい場合に、制御パラメータを変更して制御することを特徴とする車両走行制御  
システム。

30

【請求項6】

請求項5に記載の車両走行制御システムにおいて、

蓄電手段を制御するための制御パラメータである、SOC算出用の抵抗値及び許容電流  
演算に対して前期蓄電手段の劣化度を反映させ、警告表示機能によりオペレータが蓄電手  
段の交換時期を確認可能であることを特徴とする車両走行制御システム。

40

【請求項7】

請求項3乃至請求項6のいずれかに記載の車両走行制御システムと、エンジンと、当該  
エンジンに軸で直結された発電機と、当該発電機から出力される交流電力を直流電力に変  
換するコンバータ装置と、コンバータ装置から出力される直流電力を交流電力に変換して  
電動機に供給するインバータ装置と、を備え、

前記蓄電手段を前記インバータ装置の入力に並列に接続したことを特徴とするハイブリ  
ッド車両。

【請求項8】

50

請求項 3 乃至請求項 6 のいずれかに記載の車両走行制御システムであって、  
 前記蓄電手段の劣化状態を車両の走行前に確認するための専用測定手段を備え、  
 前記専用測定手段の起動処理スイッチの操作に対応して、前記測定用電流動作パターン  
 による蓄電手段の劣化度を判定し、  
 システム制御パラメータに反映させることを特徴とする車両走行制御システム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の車両走行制御システムであって、  
 前記蓄電手段の充電状態に対して開回路電圧の変化が大きいことを特徴とする車両走行  
 制御システム。

【請求項 10】

請求項 7 に記載のハイブリッド車両において、  
 前記エンジンは、エンジンブレーキを動作させることで蓄電手段を放電させ、充電時は  
 蓄電手段へ充電することにより、前記測定用電流動作パターンを生成し、前記測定用電流  
 動作パターンにより、車両の走行前に前記蓄電手段の劣化状態を確認することを特徴とす  
 るハイブリッド車両。

【請求項 11】

複数の充放電可能な蓄電手段と、前記蓄電手段を充放電させる充放電部と、前記蓄電手  
 段の電流を検出する電流検出部と、前記蓄電手段の温度を検出する温度検出部と、前記蓄  
 電手段の電圧を検出する電圧検出部と、前記電流検出部の検出電流と前記電圧検出部の検  
 出電圧を記録するデータ記録部と、前記蓄電手段の状態を検知する状態検知部と、装置待  
 機状態で前記蓄電手段の劣化を確認できる専用手段を具備した劣化状態確認手段と、を有  
 する電源制御装置を用いて、装置待機時に前記蓄電手段の劣化を測定する専用モードを有  
 する蓄電手段の劣化状態検知方法において、

所定の放電電流値による放電動作と当該放電前の電圧相当まで充電する充電動作を複数  
 回繰り返す測定電流動作パターンにおいて、複数回繰り返される充放電動作のそれぞれの  
 通電開始時から所定の固定計測時間  $t$  の経過後の電流値及び電圧値の組に基づいて、装  
 置待機時に前記蓄電手段の劣化度を測定可能であり、

前記所定の固定計測時間  $t$  が、電源制御装置の制御応答遅れ時間の最大値  $t_r$  よりも  
 大きく、検出された電圧値が、前記測定用電流動作パターン開始前の開回路電圧を規準と  
 した SOC 又は電圧に対し、時間あたりの電圧変化が最大となる最小の時間に設定され、

複数回繰り返される充放電動作の起動開始から前記所定の固定計測時間  $t$  の経過後に  
 複数回測定した前記電流値と前記電圧値と、劣化測定開始時の基準となる時間における電  
 流値および電圧値との差分を複数組取得し、

横軸を電流値の差分に対し、縦軸を電圧値の差分で図示したときに最小二乗法で得られ  
 る傾きまたは、電圧差分を電流差分で除した値を平均化処理することにより得られる値を  
 前記蓄電手段の抵抗値とし、

前記蓄電手段の測定温度に応じた対象蓄電手段の充電状態 (SOC) と抵抗値の関係式  
 あるいは関係表から基準温度の抵抗値に換算し、あらかじめ設定された初期抵抗あるいは  
 、初回測定時に得られた初期抵抗値と比較することで前記蓄電手段の劣化度を判定するこ  
 とを特徴とする蓄電手段劣化状態検知方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の蓄電手段劣化状態検知方法において、  
 得られた蓄電手段の前記劣化度を許容充放電電力、許容充放電電流、稼働電圧を含む蓄  
 電手段の制御パラメータに反映させることを特徴とする蓄電手段劣化状態検知方法。

【請求項 13】

請求項 3 乃至請求項 6 のいずれかに記載の車両走行制御システムを備え、架線からの電  
 力で走行する鉄道車両において、

前記劣化状態確認手段の前記専用手段により、前記蓄電手段の劣化状態を確認する際に  
 、前記蓄電手段の放電は停車中に架線へ電気を戻すことで蓄電手段を放電させ、充電時は  
 架線から前記蓄電手段へ充電することを特徴とする鉄道車両。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、リチウム二次電池、ニッケル水素電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの充放電が可能な蓄電手段を駆動用電力の一部又はすべてとして使用する電源制御装置、車両走行制御システム及び蓄電池劣化状態検知方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、一般に、電気自動車やハイブリッド自動車の駆動用電池として鉛電池やニッケル水素電池、リチウム二次電池などの二次電池や、キャパシタが搭載されている。特にニッケル水素電池やリチウム二次電池は鉛電池に比べてエネルギー密度が高いため、多直列・多並列構成として、主に電気自動車やハイブリッド自動車、通勤用カー、ハイブリッド鉄道などの車両走行用や電力貯蔵用の蓄電システムとして使用される。特に高電圧・大電流を必要とする大規模な電池システムでは、複数の蓄電手段を多直列に接続する構成をとる。

10

## 【0003】

ここで、本発明における蓄電手段の定義を説明する。繰り返し充放電可能な蓄電デバイスにおいて、1対の正極負極から構成される最小の蓄電素子を単電池とする。この単電池を複数直列化して組電池としたユニット、或いはこれをさらに複数接続した構成で、外觀上、単一のブロック状、或いは筐体に収容された形状で、一組の正極端子、負極端子で電流入出力経路を有するモジュールを狭義の蓄電手段とする。

20

## 【0004】

二次電池は充放電を繰り返すことで、充電状態(SOC:State of charge)や、劣化状態(SOH:State of Health)が変化し、劣化が進行すると、充放電容量の低下や電池内部抵抗の増加を生じる。そのため、劣化に伴い、システムの出力が次第に低下する。また、保存時に自己放電による劣化が進行し、電圧の低下があることは良く知られている。

## 【0005】

電動車両や鉄道車両等に使用される蓄電手段は大型で大容量が要求され、電池コストがシステム全体に占める割合が高く、電池の性能を生かす制御が必要であり、また、蓄電池の交換期間は長いことが望ましい。蓄電池の入出力は劣化に応じて変化するので、劣化状態を適切に検出し、種々の制御を行う必要がある。

30

## 【0006】

蓄電池の劣化状態を検出するために、ハイブリッド自動車においては、特許文献1に記載されているような内部抵抗測定による方法がある。蓄電池のSOCが略同一であると推定される時点での電流と電圧を測定し、それらの放電時と充電時の電圧と電流の測定値に基いて内部抵抗を検出する方法が示されている。

【特許文献1】特開2000-21455号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

特許文献1に代表される方法では走行中に内部抵抗を検出する。ハイブリッド自動車においてはエンジン始動後、すぐ走行しなければならないため、内部抵抗の検出は走行中に検出演算される。

40

## 【0008】

ハイブリッド自動車は加減速が頻繁であり、蓄電池の入出力は図2に示すように単位時間当たりの入出力の切り替わりが多く、また使用される電流値も大きいため入出力変動が大きい。特許文献1では、その特性を利用し、放電時および充電時の電圧と対応する電流を複数収集しその電圧 電流直線の傾きにより内部抵抗を演算している。

## 【0009】

一方、鉄道車両やEV等においては、より大電流が必要とされ、図3に例示されるよう

50

な電流パターンが蓄電池に要求され、入力、または出力の単位時間あたりの変動が少なく、蓄電池にとっては放電又は充電の継続時間が長くなる。そのため、走行中に単位時間当たりで放電及び充電の両方のデータを数多く収集して劣化度を演算する方式では、ハイブリッド自動車と同等量のデータを得ることが難しく、短時間走行では、電池劣化度 (SOH: State of Health) を精度良く求めにくい問題があった。

【0010】

また、同様に電池の概略同一SOCまで充電量と放電量を積算する方式においても、略同一積算容量の時点で、抵抗値が計算できる電流変化が必ずしも起こるとは限らないことや、また、充電電力の積算値等からSOHを求める方法においては、電流の測定誤差が積算値に影響するために電流計測手段は高精度のものが必要とされるために高コスト化する

10

【0011】

また、とくにリチウム電池は大電流充放電が継続すると一時的に抵抗値が上昇する現象が見られ、前回走行終了後から始動までの期間が長く、システム停止中に抵抗値が減少した場合、SOC演算や、許容入出力電流、電力について、誤差が大きくなる問題がある。

【0012】

本発明は、従来のこのような問題を解決することを目的に開発されたものであって、蓄電手段の劣化を簡便な方法で測定し、蓄電池の入出力制御に反映させ、安定な車両走行システムを供給するものである。

【課題を解決するための手段】

20

【0013】

本発明の電源制御装置は、複数の充放電可能な蓄電手段と、前記蓄電手段を充放電させる充放電部と前記蓄電手段の電流を検出する電流検出部と前記蓄電手段の温度を検出する温度検出部と前記蓄電手段の電圧を検出する電圧検出部と前記電圧計測手段の検出電圧を記録するデータ記録部と前記データ記録部に記録された電圧情報から前記蓄電手段の劣化を演算判定する状態検知部とを有し、装置待機状態で前記蓄電手段の電池劣化を確認できる専用手順を具備した劣化状態確認手段と、を備えており、前記劣化状態確認手段は、あらかじめ決められている測定電流動作パターンに従って装置待機時に前記蓄電手段の電池劣化を測定可能であることを特徴とする。

【0014】

30

また、本発明の二次電池を使用する車両走行制御システムは、複数の充放電可能な蓄電手段と、前記蓄電手段を充放電させる充放電部と前記蓄電手段の電流を検出する電流検出部と前記蓄電手段の温度を検出する温度検出部と前記蓄電手段の電圧を検出する電圧検出部と前記電圧計測手段の検出電圧を記録するデータ記録部と前記データ記録部に記録された電圧情報から前記蓄電手段の劣化を演算判定する状態検知部とを有し、車両走行時以外の停車時状態で、電池劣化を確認できる専用手順を具備した劣化状態確認手段と、を備えており、前記劣化状態確認手段によりあらかじめ決められている測定電流動作パターンに従って否走行時に前記蓄電手段の電池劣化を測定可能な電源制御装置を備えた車両走行制御システムであって、前記劣化状態確認手段は、前記蓄電手段の蓄電池の劣化状態を走行前に確認する専用手段を備えており、前記劣化状態確認手段は前記電流検出部、前記電圧検出部、及び前記温度検出部により計測された電流、電圧、及び温度データより、抵抗を演算して、前記蓄電池の劣化状態を制御パラメータに反映させることを特徴とする。

40

【0015】

また、本発明の電池劣化状態検知方法は、装置待機時に蓄電池の劣化を測定する専用モードを有し、その専用モードが電流を複数の電流値で所定時間流し、計測された電圧値が、測定パターン開始前の開回路電圧を規準としたSOC又は電圧に対し、制御装置の時間遅れの最大値  $t_r$  よりも大きい所定時間  $t$  経過後でかつ  $t$  は通電開始後、最大の電圧差分となる時間であって、その時の電流値および電圧値と、劣化測定開始時の基準となる時間における電流値および電圧値との差分を複数取得し、横軸を電流値の差分に対し、縦軸を電圧値の差分で図示したときに最小二乗法で得られる傾きまたは、電圧差分を電流差分

50

で除した値を平均化処理することにより得られる値を蓄電池抵抗値とし、蓄電池の測定温度に応じた対象蓄電池の電池状態と抵抗値の関係式あるいは関係表から基準温度の抵抗値に換算し、あらかじめ設定された初期抵抗あるいは、初回測定時に得られた初期抵抗値と比較することで劣化度を判定、通知することを特徴とする。

【0016】

本発明は、図4に示す、少なくとも蓄電手段21を充放電させる充放電部60と、蓄電手段21の電圧を検出する電圧検出部30と、複数のホールCTやシャント抵抗型の電流センサ等を備え、各蓄電手段の電流値を計測する電流検出部41、42と電圧検出部30の検出電圧及び電流検出部の電流値を記録するデータ記録部(図示せず)と、データ記録部に記録された電圧情報から前記蓄電手段の抵抗値を演算する演算部分(図示せず)とを有し、抵抗測定用プログラムを有した構成で、電源投入時、又は及び、運行前に、簡便な選択操作により、あらかじめ測定用の電流と計測時間を設定した抵抗測定用プログラムを制御指令発生手段70から実施して、充放電部60で負荷電流を印加することで、変動する電圧から抵抗値を演算し、蓄電池の温度を測定する温度検出部(図示せず)の検出温度の情報から、あらかじめ内部情報として持っている抵抗値の温度換算を実施、基準抵抗値と比較することにより、電池の劣化状態を走行前に検出することで上記の課題を解決するものである。

10

【0017】

または、始動時に始業前点検の一連の操作で抵抗測定が自動的に実施される、停車中に特定の抵抗測定プログラムを実施し、SOHを演算、次走行に電池劣化を反映させることによりその時々最適な制御を実施することにより解決する。さらには、別に設けられた蓄電池測定モードの起動を命令する、タッチパネルや、ボタンなどに代表される起動操作部を備え、オペレータが操作することにより、始動前、あるいは停車中に任意に測定することを併用し、複数回の劣化蓄積データを取得し、比較、統計処理により蓄電池劣化を推定する。

20

【0018】

または、さらに走行前の測定抵抗と、蓄電手段の電圧を走行中に別アルゴリズムで演算した劣化データとさらに比較し、検出した抵抗値に応じて蓄電手段の制御用パラメータを変更し、劣化及び異常を判定することによっても上記課題を解決できる。

【発明の効果】

30

【0019】

本発明によれば、前出の図2に示されたような単位時間あたりに充電又は放電に切り替わる回数が少なく、電流変化も急峻でない電流変化をする蓄電池使用においても、電池の劣化状態を精度よく推定することが可能で、また、走行前に蓄電池の状態が判別可能であり、電池の劣化に応じた入出力制御が可能となる。走行開始前に判別できることにより、電池抵抗を使用するSOC演算の精度が向上し、電池の許容入出力を超える入出力命令が起こることがなくなり、電池が過負荷になることが防止できる。

【0020】

この効果は電圧がSOCに応じて大きく変化する蓄電池に、有効であり、特に電圧とSOCの関係がはっきりしているタイプのリチウム電池や電気二重層キャパシタ(EDLC)等に有効である。過負荷によってシステム停止を引き起こすエラーがなくなり、システムがより安定すると共に、蓄電池の性能を十分引き出すことが可能となり、その時々状態に応じた最適使用が可能になる。

40

【0021】

特に、蓄電池のみが駆動するシステムにおいては、駆動用蓄電池の不具合による緊急システム停止は移動体の場合、移動することが不能になり致命的であるが、この不具合を回避することが可能になる。

【0022】

また、エンジンシステムとの組合せのハイブリッドシステムにおいて走行中にアイドリングストップを実施する場合は、確認した抵抗を使用することで、エンジン再起動時の必

50

要電流が確保できるか動作可否を確認することも可能となる。以上のように大規模蓄電池システムの信頼性を向上させることが可能になる。

【0023】

また、本発明の蓄電池劣化測定モードの起動操作部により、オペレータが簡便に蓄電池劣化を確認することが可能であり、電池の劣化が激しいものについては走行開始前に交換することが可能となる。蓄電池の状態検知手段50に電池劣化の情報を記録する例えば、EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) 等、追記可能なデータ保存システムや、ROM (read only memory) を有しないものについても、走行前に電池の劣化状態が確認でき、データ保存システムを有している場合においては、読み出し値と現状劣化状態との比較が出来る。そのため、蓄電池交換などにより、著しく前値と電池劣化状態が変化した場合においても、その時点での電池の状態が確認できるため、蓄電池の入出力値を蓄電池の劣化状態に合わせた制御が可能になる。よって、より制御が安定した安定走行につながり、ハイブリッドシステムの場合は燃費も向上する。また、電池劣化を記録するROMをもたない場合においても安定な走行が可能となる。

10

【0024】

鉄道車両などの場合、ハイブリッド自動車等に比較するとより大規模な電池システムを使用し、公共交通機関に用いられるため、安定な運行は必須である。本発明は運行前の始業点検時に実施することが可能で、蓄電池の劣化推定が精度よく実施できるため、走行前の一連の点検に盛り込むことにより蓄電池に対し特別な保守作業の工数を低減することも可能になる。そして、より安定な運行を維持することが可能となる。

20

【0025】

また、リチウム電池の場合、SOCに応じて抵抗値が変化する特性を持っており、本方法によれば、走行前の劣化測定は、ほぼ同一、または安定したSOC値から実施することが可能で、前値との比較から、複雑なアルゴリズムを有しなくても精度良く劣化を推定反映させることが可能である。

【0026】

また、大電流の継続による一時的な抵抗増加が起きる場合があり、前回走行終了後から始動までの期間が長くシステム停止中の期間に抵抗値が減少した場合、前値を使用すると、SOC演算や、許容入出力電流、電力について、誤差が大きくなる問題がある。この問題に対し、本発明を適用することにより、電池の実抵抗にあった入出力指令が可能となりSOC推定に基準抵抗値を使用する演算方法の場合は制御精度が向上する。

30

【0027】

蓄電池の制御精度が向上することにより、蓄電池については過負荷を回避することが可能になり、より安定した走行を実現できる。蓄電手段の劣化が停車時に容易に判別でき保守もしやすくなるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【実施例1】

40

【0029】

充放電電流の急峻な切り替わりが少なく、走行中の電流・電池劣化度が走行中に精度よく推定できない場合でも電池を安全に動作させ、電池システム全体の安定制御と、電池交換指標を簡便に得るという目的を、所定の劣化推定専用パターンを停車中に実施することによって実現した。

【0030】

上記目的を達成するため、本発明によれば次のように構成される。図5に本発明の概要をエンジンと蓄電池によって駆動されるハイブリッドシステムに適用する場合について示す。電源投入後、エンジン起動を実施(ステップN2)、次に蓄電池劣化測定を実施(ステップN3)し、劣化状態を制御パラメータへ反映(ステップN4)し、蓄電池の劣化状

50

態に合わせた走行制御の準備が完了する。

【0031】

車両に適用した場合、システム起動後の停車した状態において、所定の劣化測定パターンを実施することにより変動する電圧、電流の値から、抵抗値を取得し、規準抵抗と比較することにより劣化度を演算、結果を制御用の許容電流や、許容出力値に反映させた後に、車両走行を開始する。

【0032】

蓄電池劣化測定パターンの実施時は、図6に示すように、電流 $I$ 、電圧 $V$ 、電池温度 $T$ の情報から、電池状態を検出し、および電池劣化状態(SOH: State of health)を演算する。演算されたSOHを制御用パラメータに反映し、検出された電池状態の許容電流・許容電力演算を実施、これに基づいた入出力指令により、蓄電池を充放電する。

10

【0033】

図7を用いて本発明の劣化測定時の動作を説明する。システム起動時に初期電圧 $V_{ini}$ を測定(S1)、電圧 $V$ 、電流 $I$ 、温度 $T$ の情報から初期の電池状態 $SO C_{ini}$ を演算、その後開始電圧 $V_{ini}$ 、 $SO C_{ini}$ をデータ記録部に記録後、測定パターンを読み出し(S4)、実行する(S5)。実行時の電圧、電流、温度をデータ記録し(S6)、電圧、電流データより抵抗値を算出する(S7)。得られた抵抗値よりSOHを算出(S8)し、オペレータ確認用画面に表示する(S9)。また、算出されたSOHが規準のSOHの変動SOHを閾値と比較し(S10)、閾値より大きい場合は制御パラメータへ劣化を反映し(S11)、履歴を記録する(S12)。S10においてSOH閾値の場合は、履歴を記録するのみでパラメータには反映しない。

20

【0034】

次に、図8を用いて劣化測定パターンの実施について説明する。あらかじめ設定した複数の電流値に対し、測定開始時、電流値 $I_A$ で(Aは測定電流の回数。)定電流放電を実施(S51)、その後定電流測定開始前の電圧 $V_{ini}$ 、定電流測定開始前のSOCを $SO C_{ini}$ とすると、 $V_{ini}$ または $SO C_{ini}$ まで充電し、電池温度に対応して充電電流が十分減衰する時間を考慮して、充電終了後に放置時間 $t_{hold}$ を設定する(S52)。放置時間 $t_{hold}$ 経過後(S53)、測定電流の回数をAとおくと初回電流の $A=1$ から測定最終回 $n$ ( $n$ は整数)とすると、 $A=n$ になるまで次の電流値を呼び出してS51からS54のステップを繰り返し、 $A=n$ に達した後、データ抽出SOH演算を実施する(S55)。

30

【0035】

図9に、劣化測定パターンの例を示す。開始電池電圧 $V_{ini}$ から放置時間 $t_{hold}$ を経過後、負荷電流0から第一の電流値で放電を実施、その後電流 $I_{c1}$ で充電し、電池開始電圧 $V_{ini}$ 相当まで充電後、併用したSOC値がほぼ一定になるよう充電電流を減衰、無負荷状態が放置時間 $t_{hold}$ 経過後、電圧 $V_{0'}$ から第2の電流値で放電し、その後電流 $I_{c2}$ で充電し、同様に無負荷状態放置時間 $t_{hold}$ 経過後、電圧 $V_{0''}$ から第3の電流値で放電し、その後電流 $I_{cn}$ で充電する。上記劣化パターンでは放電の電流値を3種で3点としているが、3種に限定するものでなく、複数回取得になればよく、また電流値も複数電流が望ましいが、1種類で複数回取得してもよい。ここでは、各放電後の充電は電流減衰する例を示したが、図15に示したように充電が定電流のみで実施されてもよい。

40

【0036】

次に上記劣化測定パターンを実施したときの劣化演算の手順について図10を使用して説明する。測定開始と同時に電圧、電流、温度を経過時間の情報とともに計測して取得、記録する(図示せず)。パターン起動開始から、機器の制御応答遅れ時間 $t_r$ に対し、 $t_r$ 以上の固定計測時間 $t$ 、例えば2秒経過したときに計測された蓄電池電圧を $V_1$ 、計測電流を $I_1$ とし、開始電圧からの電圧変化 $V$ を取得する(S551)。ここで、 $V = V_{ini} - V_1$ である。同様に、電流値についても、劣化測定用設定電流値で放電開

50

始する前の電流値をオフセット電流  $I_0$  とし、固定計測時間経過時の電流を  $I_1$  とし、電流変化量  $I$  を算出する。無負荷の場合は、 $I_0 = 0$  となる。

【0037】

同様に第2、第3の測定電流についても、計測値  $V_2$ 、 $V_n$ 、 $I_2$ 、 $I_n$  から電圧変化量  $V$ 、電流変化量  $I$  を算出する(552)。各測定電流で得られた電圧変化量を  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_n$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_n$  を図12に示すような電流変動  $I$  に対し電圧変動  $V$  の関係を最小2乗法で1次近似し、このときの直線の傾きを蓄電池抵抗  $R$  として算出する(553)。このとき完全に無負荷であれば、図11に示したような直接電流値に対して、蓄電池電圧を最小2乗法で1次式で近似する方法で取得することもできる。

10

【0038】

図13に示すように蓄電池の内部抵抗は温度によって変化する特性があるためSOCと温度と抵抗値の関係をあらかじめマップや演算式で求めた物を利用して、蓄電池の抵抗値を基準抵抗値  $R_0$  の取得温度を基準温度として、基準温度での抵抗値に換算する。換算された抵抗値  $R_c$  を基準値  $R_0$  で除し、 $R_c / R_0$  としてSOHを算出する。

【0039】

以上の手順で得られたSOHを電池の制御パラメータである、SOC算出用の抵抗値、許容電流演算に反映する。この反映により、SOC推定精度が向上し、劣化状態を反映して許容電流を減少させることができ、入出力を電池状態を反映して指令する。これにより蓄電池へ、電池が入出力可能な電流以上の過剰な電流が流れて、過負荷となって異常が発生することを防止できる。制御パラメータに反映後に走行を開始する。

20

【0040】

上述の始動前に得たSOHを  $SOH_x$  とし、さらに、別途、走行中の電流電圧データから別方式でのSOH演算を実施して得られる値を  $SOH_y$  とし、 $SOH_x$  と比較し、走行中に蓄電池に急激な電池抵抗上昇が起こるなど異常検知をした場合に異常警告をシステム制御部に通信し、制御電流指令値を適正方向へ変更する。

【0041】

走行終了後の  $SOH_y$  と  $SOH_x$  を状態検知部に設けたデータ記録部に記録する。記録した  $SOH_y$  の値により、次回のエンジン始動などのシステムが必要とする電流値の取得可否をオペレータが確認できる表示装置に表示し、始動電流値に足りない場合は、蓄電池を必要電流が確保できるSOCまたは電圧まで充電してからシステムを停止する。次回走行開始時はこの記録された、 $SOH_y$  と  $SOH_x$  を必要に応じ読み出す。次回走行前にも、前回測定の  $V_{ini}$  を開始電圧にするよう、充電または放電を実施し、劣化測定パターンを実施して、劣化度SOHを演算する。蓄電池の劣化度にあわせた制御を実施することができ、休止期間が長かったり、蓄電池交換により、抵抗が前回値と著しく変わった場合についても、安定した制御が可能となる。

30

【0042】

本発明により、ハイブリッド車両では、蓄電池への過剰な充放電による劣化の加速を予防し、異常停止や、過電流による過充電、過放電を防止できるため、蓄電池を適正な寿命で使用できる。特に、安全性や、再充放電の安定性から動作電圧範囲が決定されていて、0Vまでの放電が許容されない蓄電池に対しては、入出力電流を適正に制御できるため有効である。

40

【0043】

図14は本発明を適用した車両システムの構成例である。エンジン201及びエンジン201に軸で直結された発電機202はU、V、Wの3相の交流電力を発生し、コンバータ装置203はこの交流電力を直流電力に変換して出力する。インバータ装置204はコンバータ装置203から出力される交流電力を直流電力に変換して出力する。インバータ装置204はコンバータ装置203から出力される直流電力を可変電圧、可変周波数の3相交流電力に変換し、誘導電動機205に供給する。蓄電装置206はコンバータ装置203の出力に並列に接続され、車両の起動時に電力を補給する。平滑コンデンサ207は

50

インバータ装置 204 の入力に並列に接続され、インバータ入力電圧の変動を抑制する。

【0044】

一方、制御部 210 は電流検出器 209a で検出したコンバータ出力電流  $I_s$  と電圧検出器 208 で検出した平滑コンデンサ電圧及び発電機回転周波数によりコンバータ制御演算を実行し、コンバータ装置 203 に対して、コンバータ PWM 制御信号を出力する。また、制御部 210 は電流検出器 209b、209c、209d で検出した電動機電流  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$  と電圧検出器 208 で検出した平滑コンデンサ電圧、及び電動機回転周波数よりインバータ制御演算を実行し、インバータ装置 204 に対して、インバータ PWM 制御信号を出力する。さらに制御部 210 は蓄電装置 206 から出力される蓄電装置の総電流、蓄電装置の総電圧、蓄電装置の温度により蓄電システムの稼働状態を判断、蓄電装置

10

【0045】

本発明の劣化測定パターンによる劣化判定は、制御部 210 よりエンジン 201、発電機 202 およびコンバータ装置 203 を制御して、エンジンの回転数を制御することにより、負荷電流値を複数取得し、電池の放電はエンジンブレーキを動作させることで蓄電池を放電させ、充電時は電池への充電するため、放電、充電とも、専用の負荷放電用の負荷を別に構成することなく実施できる。

【実施例 2】

【0046】

図 16 は本発明を適用した車両システムの第 2 の構成例である。実施例 1 の図 14 の構成に加え、車内の照明は空調などの補機用電力供給用のインバータ (SIV) 211 が蓄電装置に接続されている構成となっている。本構成においては、蓄電装置 206 から SIV への放電状態における劣化測定パターンの動作は図 17 に示すよう実施する。始動直後の蓄電池電圧  $V_{ini}$  に対し、 $I_0$  の SIV への放電がある。蓄電池の SOC が数%未満の変化となる保持時間  $t_{hold}$  を設定し、保持時間  $t_{hold}$  経過後、第 1 の電流値で放電を実施する。パターン起動開始から、機器の制御応答遅れ時間  $t_r$  に対し、 $t_r$  以上の固定計測時間  $t$ 、例えば 1 秒経過したときに計測された蓄電池電圧を  $V_1$ 、計測電流を  $I_1$  とし、開始電圧からの電圧変化  $V$  を取得する。

20

【0047】

同様に、電流値についても、劣化測定用設定電流値で放電開始する前の電流値をオフセット電流  $I_0$  とし、固定計測時間経過時の電流を  $I_1$  とし、電流変化量  $I$  を算出する。その後電流  $I_{c1}$  で充電し、電池開始電圧  $V_{ini}$  相当まで充電後、併用した SOC 値がほぼ一定になるよう充電し、放置時間  $t_{hold}$  経過後、同様に電圧  $V_0'$  から第 2 の電流値で放電し、その後電流  $I_{c2}$  で充電し、同様に時間  $t_{hold}$  経過後、電圧  $V_0''$  から第 3 の電流値で放電し、その後電流  $I_{cn}$  で充電する第 2、第 3 の電流値での測定についても、計測値  $V_2$ 、 $V_n$ 、 $I_2$ 、 $I_n$  から電圧変化量  $V$ 、電流変化量  $I$  を算出する。

30

【0048】

このとき、固定計測時間  $t$  は最も望ましくは測定用電流値の指令を受けてからの応答遅れ  $t_r$  より大きく、また、最大に電圧が低下し続ける、時間当たりの電圧変化が大きい

40

【0049】

測定により得られた電流電圧変化は図 12 に示したように、電流変動  $I$  に対し電圧変動  $V$  の関係を最小 2 乗法で 1 次近似し、このときの直線の傾きを蓄電池抵抗  $R$  として算出する。

【0050】

得られた抵抗値は実施例 1 と同様、温度換算し換算抵抗値  $R_c$  を算出する。得られた  $SOH_x$  を、図 13 に示した各温度に対し、表 1 に示した測定方式が異なる方式 A、方式 B、方式 C で方式 A の温度  $T_1$  の値を基準値として得られる値の換算係数  $\alpha$  としてそれぞれ

50

の換算関係を明らかにし、測定法Aでの基準SOHに換算する。ここで測定法Aは蓄電池のみを一定電圧 $V_0$ から無負荷状態を経て図15のようなパターンで得る方法であり、方式Bは図17のようなパターンで得られる抵抗測定用電流値以外にオフセット電流が流れている状態で求める方式であり、方式Cは走行中リアルタイムのSOHを求めるSOH推定方法である。

【表1】

温度	方式A	方式B	方式C
T1	1	$\alpha_{B1}$	$\alpha_{C1}$
T2	$\alpha_{A2}$	$\alpha_{B2}$	$\alpha_{C2}$
T3	$\alpha_{A3}$	$\alpha_{B3}$	$\alpha_{C3}$

10

20

## 【0051】

方式B、Cで得られたSOHを方式Aで得られる値に換算し、走行前の測定SOH $_{XA}$ と、走行中のSOH $_{yA}$ とする。SOH $_{XA}$ が基準値より変化した場合のみ、制御パラメータに反映した後、走行開始する。また走行中に得られるSOH $_{yA}$ とSOH $_{XA}$ を比較し、閾値Zより、大きい場合に蓄電池の状態が変化すると判定し、制御パラメータを変更する。制御パラメータの変更により、許容電流、電力が蓄電池の状態を反映するため、蓄電池の能力を最適活用した制御が実現できる。

## 【0052】

前出の表1は複数方式のSOH測定法で、走行前停車時の測定法との換算を示すものであり、上記実施例の3方式に限定するものではない。算出方式の違いによる推定誤差を補正し基準値に対する精度を高める効果がある。

30

## 【0053】

架線から電力で走行する電気鉄道において、蓄電池を備え、電気ブレーキの回生や走行アシスト、または蓄電池電力のみで走行するモードを持った車両において本発明を適用する。この場合、蓄電池への充電を架線からの電力供給によって、実施することができる。蓄電池からの放電は、架線へ電力を戻す、あるいは補機により、電力を消費することで実現する。この場合、実施例1、2に示した蓄電池への放電に基づく劣化測定パターンではなく、充電電流を変化させることで抵抗値を算出する。蓄電池のSOCの調整は補機への電力供給を利用する。特別測定用のみの別蓄電池などの負荷装置を用意することなく、実施

40

## 【実施例3】

## 【0054】

図18に、本発明を適用したときの運転室のオペレータが確認できる操作表示盤1の模式図を示す。操作表示盤にはシステム全体の始動操作スイッチ2、停車中の抵抗測定パターンを実施する起動処理操作スイッチ3、また通常の始動モードに以外で任意に抵抗測定を実施するためのSOH確認用操作スイッチ4を配し、蓄電池の状態表示装置5と任意測定SOH表示装置6、蓄電池交換警告表示装置(図示せず)を有す。操作盤にはその他車両運行に必要な表示および操作スイッチ(図示せず)が配置されている。

## 【0055】

50

システム実施例 1 から 3 において、システム起動時の始動操作スイッチ 2 を投入した後、起動処理スイッチ 3 により、一連の走行に伴うシーケンスが実施され、その中で専用劣化測定パターンによる電池状態の確認、パラメータ反映までが実施される。このとき、測定時の SOC、SOH、電池温度などが蓄電池状態表示装置 5 に表示され、電池交換に関する警告表示も表示される。また、SOH 確認用スイッチ 4 により、起動処理とは別に、任意のタイミングで SOH 測定が可能であり、任意に測定した結果は任意測定 SOH 表示装置 6 に表示する。

#### 【 0 0 5 6 】

任意測定は車両停車中に可能であり、専用劣化測定パターンを複数回実施して、データ取得し、取得したデータを移動平均などの統計的処理を実施することで抵抗を算出してもよい。また、鉄道車両においては、専用スイッチの操作によらず、走行時の駅停車時に車両のドア開閉のタイミングをトリガにして、停車時間内で測定可能な駅構内のみでさらに測定実施をプログラム化して実施して電池の抵抗変化を確認する方法を併用することによっても蓄電池劣化推定の精度を向上できる。

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 0 5 7 】

本発明における蓄電手段はリチウム二次電池に限らず、ニッケル水素電池、NAS 電池、鉛電池、電気二重層キャパシタなどの充放電可能な蓄電素子を多並列多直列に接続した電池システムすべてに適用可能であるが、とくに SOC に対し開回路電圧の変化が大きい蓄電システムでより効果が高い。これらの電池システムを使用できるハイブリッド自動車、電気自動車、電動バイク、電動バス・トラック、鉄道車両、建設機械、地上給電設備、変電所、などの電池システムの大規模電池システムの安定維持について有効である。電池を制御するシステム及び方法において電池の劣化度を精度良く求めることを実現して、メンテナンスに寄与し、電池システムの信頼性を向上させることが可能になる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の概要図である。

【 図 2 】 図 2 は走行時蓄電池電流の例を示した図である。

【 図 3 】 図 3 は走行時蓄電池電流の例を示した図である。

【 図 4 】 図 4 は本発明を適用する装置構成図である。

【 図 5 】 図 5 は本発明の実施例 1 の待機時測定の動作フローを示した図である。

【 図 6 】 図 6 は本発明における SOH 反映動作フローを示した図である。

【 図 7 】 図 7 は本発明の本発明の劣化測定時の動作フローを示した図である。

【 図 8 】 図 8 は本発明の実施形態の劣化測定モードの説明図である。

【 図 9 】 図 9 は本発明の実施形態の劣化測定時の電流電圧波形の例である。

【 図 10 】 図 10 は本発明の実施形態の抵抗算出手順を示す図である。

【 図 11 】 図 11 は本発明の実施形態の抵抗算出法の例図である。

【 図 12 】 図 12 は本発明の実施形態の抵抗算出法の例図である。

【 図 13 】 図 13 は本発明の蓄電池の温度と抵抗の関係を示す例図である。

【 図 14 】 図 14 は本発明の実施形態の装置構成例である。

【 図 15 】 図 15 は本発明の実施形態の劣化測定時の電流電圧波形の例である。

【 図 16 】 図 16 は本発明の実施例 2 の装置構成例である。

【 図 17 】 図 17 は本発明の実施形態の劣化測定時の電流電圧波形の例である。

【 図 18 】 図 18 は本発明の実施例 3 の操作表示盤の構成例である。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 5 9 】

- 1 操作表示盤
- 2 始動スイッチ
- 3 起動処理スイッチ
- 4 SOH 確認用スイッチ

10

20

30

40

50

- 5 蓄電池常置表示装置
- 6 任意測定 S O H 表示装置
- 2 1 蓄電手段
- 3 0 電圧検出部
- 4 1 電流検出部
- 4 2 電流検出部
- 5 0 状態検知部
- 6 0 充放電部
- 7 0 制御指令発生手段

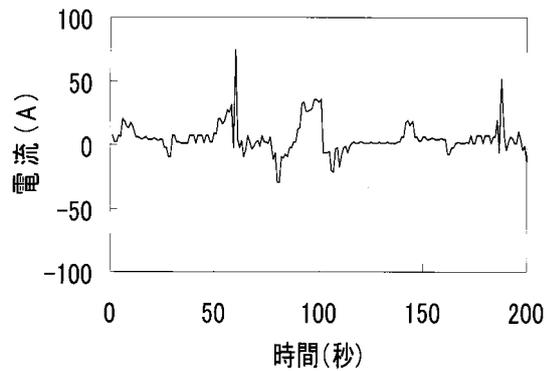
【 図 1 】

図1



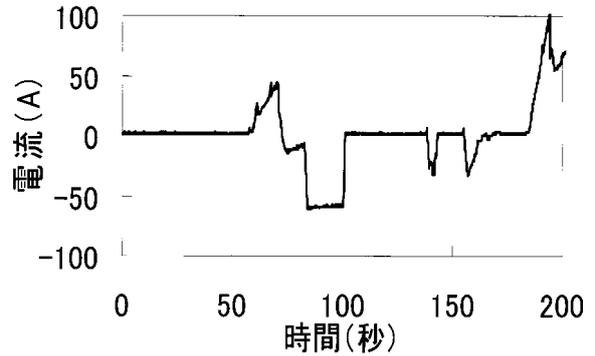
【 図 2 】

図2

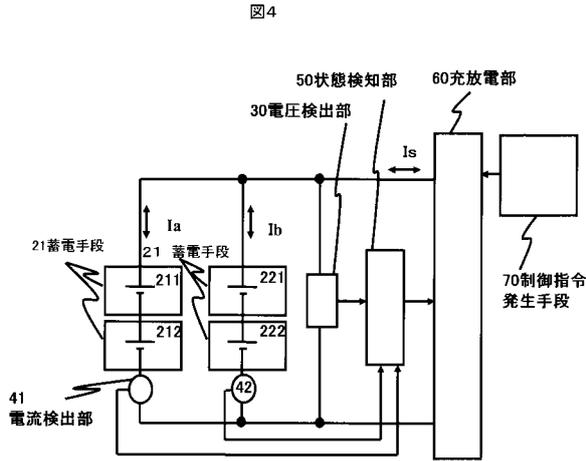


【 図 3 】

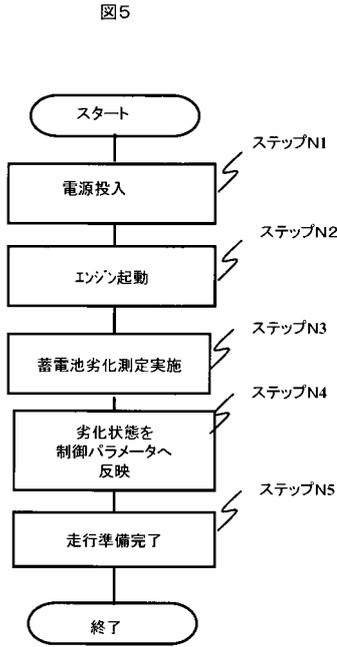
図3



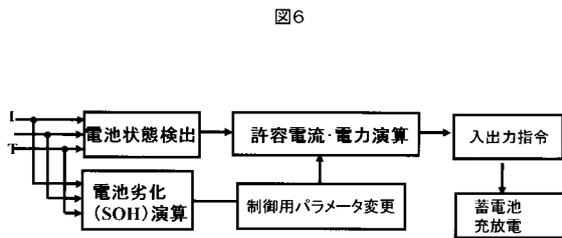
【図4】



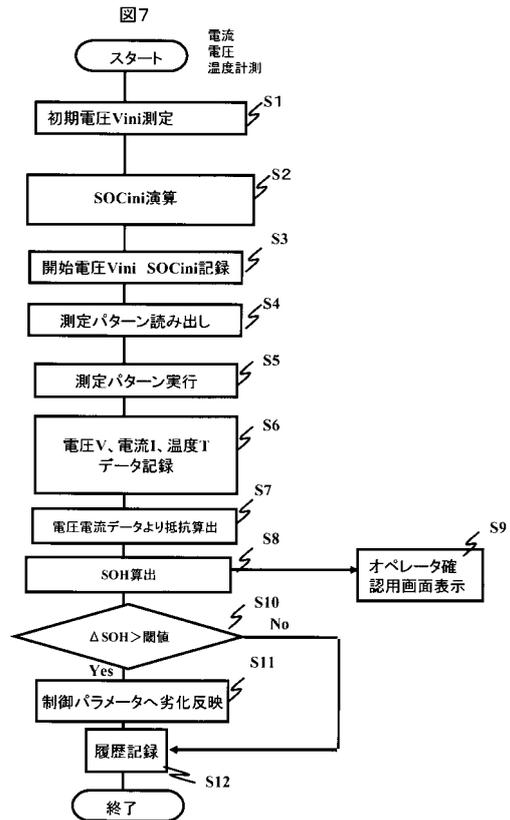
【図5】



【図6】

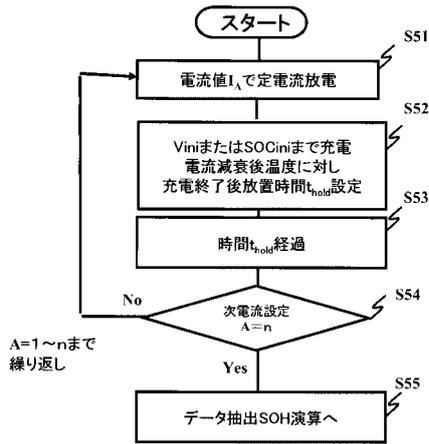


【図7】



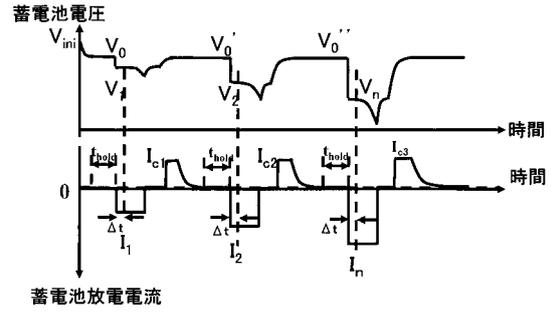
【 図 8 】

図8



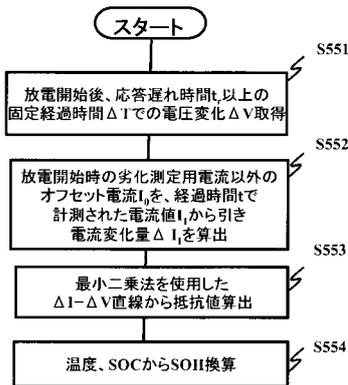
【 図 9 】

図9



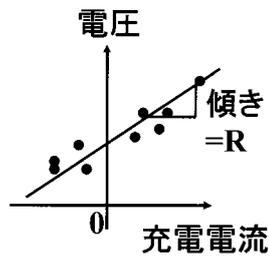
【 図 1 0 】

図10



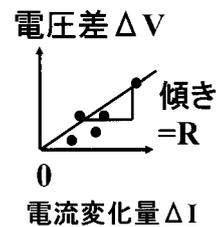
【 図 1 1 】

図11

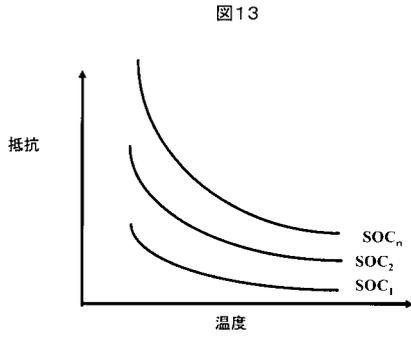


【 図 1 2 】

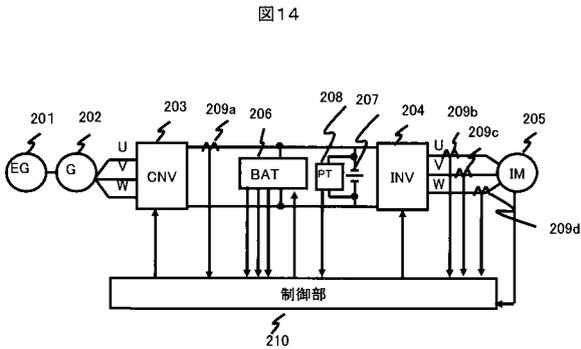
図12



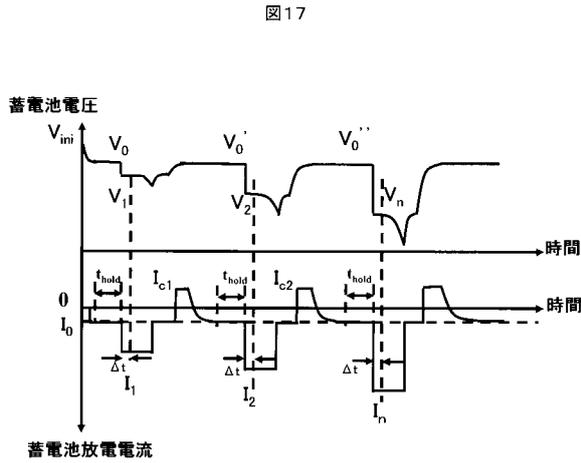
【 図 1 3 】



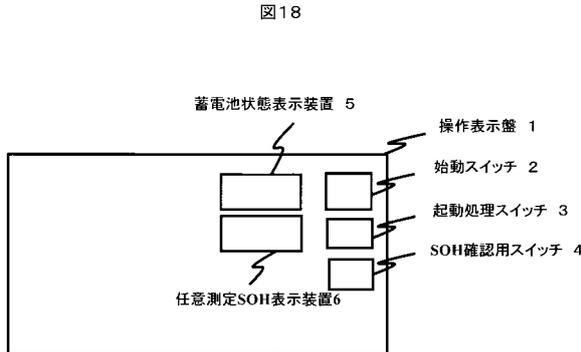
【 図 1 4 】



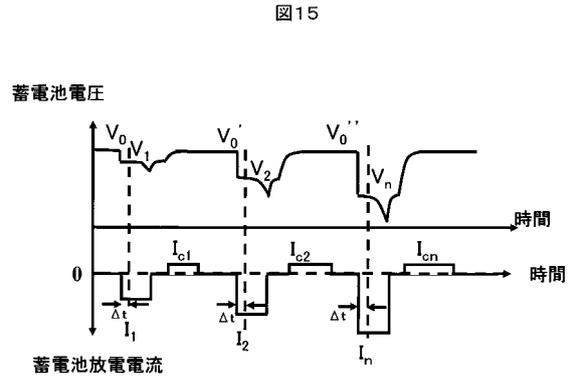
【 図 1 7 】



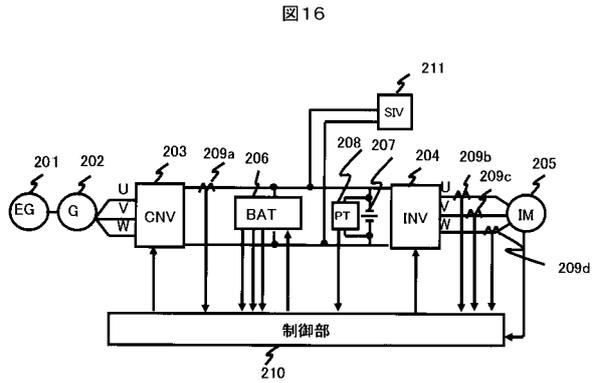
【 図 1 8 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>10/44</i>	<i>P</i>
<i>H 0 2 J</i>	<i>7/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 2 J</i>	<i>7/00</i>	<i>Y</i>
<i>G 0 1 R</i>	<i>31/36</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 2 J</i>	<i>7/00</i>	<i>Q</i>
			<i>G 0 1 R</i>	<i>31/36</i>	<i>A</i>

(56) 参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 4 3 0 4 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 0 1 5 9 1 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 0 4 2 9 8 0 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 0 1 4 3 9 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 1 7 8 3 3 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 2 7 0 4 0 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 1 8 9 0 1 0 ( J P , A )

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB 名)

*B 6 0 L*     *1 / 0 0*   -   *1 5 / 4 2*  
*G 0 1 R*     *3 1 / 3 6*  
*H 0 1 M*     *1 0 / 4 4*  
*H 0 1 M*     *1 0 / 4 8*  
*H 0 2 J*     *7 / 0 0*