

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-169284

(P2018-169284A)

(43) 公開日 平成30年11月1日(2018.11.1)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
GO 1 R 31/36 (2006.01)		GO 1 R	31/36	A	2 G 2 1 6
HO 1 M 10/48 (2006.01)		HO 1 M	10/48	P	5 G 5 0 3
HO 2 J 7/00 (2006.01)		HO 1 M	10/48	3 O 1	5 H O 3 O
		HO 2 J	7/00	Y	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2017-66632 (P2017-66632)
(22) 出願日 平成29年3月30日 (2017.3.30)

(71) 出願人 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 100098660
弁理士 戸田 裕二
(72) 発明者 小松 大輝
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内
(72) 発明者 山内 晋
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内
(72) 発明者 坂部 啓
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電池制御装置および制御方法

(57) 【要約】

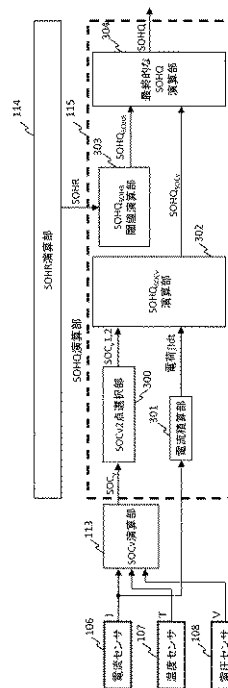
【課題】

SOHQ演算方法において、2点のSOCVとその間での電流積算値により満充電容量を算出する方法が知られているが、OCV推定誤差等の多様な誤差要因によりSOHQの精度が低下してしまう課題がある。

【解決手段】

電池の電流値及び/又は電圧値を含む値に基づいてSOHQを演算するSOHQ演算部と、前記電池の内部抵抗に基づいてSOHQ閾値を決定する閾値決定部と、前記SOHQ演算部による前記SOHQと前記SOHQ閾値との比較に基づいてSOHQを決定するSOHQ決定部と、を備える電池制御装置。

【選択図】 図3



【図3】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電池の電流値及び / 又は電圧値を含む値に基づいて S O H Q を演算する S O H Q 演算部と、前記電池の内部抵抗に基づいて S O H Q 閾値を決定する閾値決定部と、前記 S O H Q 演算部による前記 S O H Q と前記 S O H Q 閾値との比較に基づいて S O H Q を決定する S O H Q 決定部と、を備える電池制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、前記 S O H Q と前記 S O H Q 閾値との比較方法は前記電池の内部抵抗に応じて変化することを特徴とする電池制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、当該電池制御装置はさらに記憶部を有し、前記 S O H Q 閾値はあらかじめ前記記憶部に内蔵しておいた 1 つ以上の電池の劣化特性に基づいて決定する事を特徴とする電池制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電池制御装置において、前記電池の現在までの温度や使用履歴によって、前記記憶部に内蔵されている電池の劣化特性の内、最も劣化傾向の似ている電池データに基づき前記 S O H Q 閾値を決定する事を特徴とする電池制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電池制御装置において、内部抵抗の変化が急激であった場合には前記 S O H Q 演算部のみに基づいて最終的な S O H Q を演算することを特徴とする電池制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リチウムイオン電池等を用いた蓄電池システムの、特に劣化状態を推定する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化問題に対応するため、エネルギーの有効利用が可能な蓄電池に注目が集まっている。特に、移動体向け蓄電装置や系統連系安定化用蓄電装置といった電池システムは、化石燃料への依存度を下げることが可能であるため、一層の普及が期待されている。これらシステムの性能を引き出すには電池の充電率 (State of Charge、以下 S O C と略す) や劣化度 (State of Health、以下 S O H と略す)、充放電可能な最大電流 (許容電流) といったパラメータを用いた適切な充放電制御や、各電池の充電率均等化が必要である。これらを実現するため各電池には電池電圧計測用の回路 (セルコントローラ) が取り付けられ、これらセルコントローラから送信される情報に基づき中央演算処理装置 (C P U) を搭載したバッテリーコントローラが前記演算や動作を実行する。

【0003】

中でも寿命到達まで電池を有効に使用するために重要な指標となる S O H 演算には、抵抗 (内部抵抗) の劣化率 (以下 S O H R と略す) と容量の劣化率 (以下 S O H Q と略す) の 2 種類があり、それぞれによって把握できる電池性能は異なる。S O H R では、現在の抵抗を知ることが出来るため、現在の電池が出力できる電力を知ることによって出力性能の把握が可能である。一方で S O H Q では、現在の満充電容量を知ることが出来るため、現在の電池の負担できる電力量を知ることによって容量性能の把握が可能である。

【0004】

この S O H Q を演算する方法として、充放電中の電圧から推定した 2 点の開放電圧 (Open Circuit Voltage、以下 O C V と略す) を元に算出した S O C (以下 S O C v と略す) と、その 2 点間の電流積算値に基づいて現在の満充電容量を推定し、電池の初期満充電容量と比較することで S O H Q を演算する方法が知られている。しか

10

20

30

40

50

し、電池が充放電されている状態でOCVを正確に推定することは困難である上に、電圧センサの誤差や電流センサの誤差等多くの誤差要因により、SOHQの真値を精度よく推定できず、真値から大きく乖離した外れ値を出力してしまう課題を有している。

【0005】

SOHQ演算に関する先行技術には特許文献1がある。この文献では、SOCvと電流積算値によって演算したSOHQと、電池の使用が開始されてから現在までの総放電容量に基づいて推定したSOHQを組み合わせることで、SOHQの外れ値を除外し高精度化を図っている。一方で、総放電容量に基づいて推定したSOHQとは、電池の代表的な特性値からSOHQと総放電容量の関係式を導いているため、電池のSOHQの個体差や総放電容量に依らない劣化要因には対応できないという課題を有している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2016-070682

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

SOHQ演算方法においては、2点のSOCvとその間での電流積算値により満充電容量を算出する方法が知られているが、OCV推定誤差等の多様な誤差要因によりSOHQの精度低下が課題であった。また、このSOHQと総放電容量から算出したSOHQを組み合わせることでこの精度向上を図る方法も知られているが、電池の個体差や総放電容量に依らない劣化要因に対応できないという課題を有している。故に、SOHQ演算には、SOHQの精度が向上することと、電池個体差や電池の多様な劣化要因にも対応可能である必要がある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

電池の電流値及び/又は電圧値を含む値に基づいてSOHQを演算するSOHQ演算部と、前記電池の内部抵抗に基づいてSOHQ閾値を決定する閾値決定部と、前記SOHQ演算部による前記SOHQと前記SOHQ閾値との比較に基づいてSOHQを決定するSOHQ決定部と、を備える電池制御装置。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、電池のSOHQを高精度に演算することが可能であり、且つ、電池情報から直接的に推定している内部抵抗の劣化指標SOHRに基づくSOHQ閾値を用いることで、電池個体差や多様な劣化要因にも対応可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】蓄電池システムの構成例

【図2】SOCv演算部の構成例

【図3】SOHRとSOHQの相関関係に基づくSOHQ演算部の例

40

【図4】SOCvに基づくSOHQとSOHRに基づくSOHQの差による重み付け例

【図5】SOHRとSOHQの相関関係の例

【図6】電池の使用履歴に対応するSOHQ演算部の例

【図7】SOHRの急変に対応するSOHQ演算部の例

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明について説明する。

【0012】

実施例1

以下、第一の実施例について、図1から4を用いて説明する。図1に本発明にかかる電

50

池システムを示す。この構成は移動体向け蓄電装置、系統連系安定化用蓄電装置等幅広い用途で使用される形態であり、電力を蓄える電池システム1と、電池システム1に対し充放電を行うインバータ104と、インバータに接続された負荷105と、電池システム1やインバータ104を制御する上位コントローラ103から構成される。

【0013】

電池システム1は、電力の蓄電や放電及びこれらに必要な制御値であるSOCや、電池の現在の性能把握に必要な制御値であるSOH許容電流等の電池の制御値演算を行う。上位コントローラ103は、負荷105の状態や電池システム1が出力した電池の制御値、その他外部からの指令に応じ蓄電池モジュール100の制御や、インバータ104に対する電力の入出力指令を行う。インバータ104は上位コントローラ103からの指令に従い、蓄電池モジュール100及び負荷105に対して電力の入出力を行う。負荷105は例えば三相交流モータや電力系統である。

10

【0014】

蓄電池モジュール100の出力する電圧は充電率に応じて変化する直流電圧であり、多くの場合交流を必要とする負荷105へ電力を直接提供することはできない。そこで、インバータ104は必要に応じ直流から交流への変換や電圧の変換を行う。このような構成にすることで、電池システムは負荷に適した出力を適宜供給することが可能となる。以下、この構成を実現するための電池システム1の構成について述べる。

【0015】

電池システム1は蓄電池モジュール100と、蓄電池情報取得部101と、バッテリーマネジメントシステム102から構成され、電力の蓄電・放電をし、SOC・許容電流といった電池の制御値を演算する。

20

【0016】

蓄電池モジュール100は複数の蓄電池から構成される。各蓄電池は蓄電池モジュール100に要求される出力電圧や容量に応じ、直列、又は並列に接続されている。この直列数は、蓄電池の出力電圧がそのSOCに応じ変化することを考慮して決定する。

【0017】

蓄電池情報取得部101は、蓄電池に流れる電流値を測定する電流センサ106、蓄電池表面温度を測定する温度センサ107、蓄電池電圧を測定する電圧センサ108から成る。

30

【0018】

電流センサ106は蓄電池モジュール100と外部との間に1つ、もしくは複数設置する場合がある。1つ設置した場合にはコストを最小限に抑えることが可能である。複数設置した場合には並列接続している蓄電池間の電流配分を把握することが可能である。

【0019】

電圧センサ108は各蓄電池に1つ設置する。これにより各蓄電池間の電圧差測定が可能となり、これを元にした各蓄電池電圧の均等化制御が可能となる。

【0020】

温度センサ107も蓄電池モジュール100内の温度差を把握するために1つ、もしくは複数設置する。1つ設置した場合には、最小限のコストで蓄電池モジュール100内の最高温度になる予測できる地点の温度を計測できる。複数設置した場合には、蓄電池モジュール100内の温度ばらつきを計測することで、最低温度や最高温度を考慮した制御構築が可能となる。

40

【0021】

バッテリーマネジメントシステム102は主にSOC演算部109、SOH演算部110、許容電流演算部111から成る。SOC演算部109は電流積算量からSOCを演算するSOC_i演算部112と、電池の電圧、電流、温度から推定したOCVを元にSOCを演算するSOC_v演算部113から成る。SOH演算部110は、これら電池取得部101からの情報とSOCを元に、抵抗(内部抵抗)の劣化率であるSOHRを演算するSOHR演算部114と容量の劣化率であるSOHQを演算するSOHQ演算部115から

50

成る。許容電流演算部 1 1 1 はこの S O H 及び電池情報を元にして充放電可能な最大電流である許容電流を演算する。バッテリーマネジメントシステム 1 0 2 は、これら S O C 演算部 1 0 9 と S O H 演算部 1 1 0、許容電流演算部 1 1 1 が演算した電池の S O C や S O H、許容電流を上位コントローラに出力する。このように上位コントローラ 1 0 3 に蓄電池の制御に必要な情報を出力する構成にすることで、上位コントローラ 1 0 3 は蓄電池状態を考慮した上で、負荷に対応した電力出力指令を蓄電池に送ることができる。

【 0 0 2 2 】

S O C v 演算部 1 1 3 は蓄電池の等価回路を用いて S O C を演算している。演算に用いる電池等価回路モデルの構成を図 2 に示す。本実施例で使用する電池等価回路モデルは、O C V を電圧源 2 0 0 で、電解液の抵抗等を表現する直流抵抗を抵抗 2 0 1 で、電解液中のイオンの濃度分極等に由来する分極部 2 0 2 の抵抗成分を抵抗 2 0 3 で、分極容量成分をキャパシタ 2 0 4 でそれぞれ表現し、これらの足し合わせで電池の現在の電圧 (C l o s e d c i r c u i t v o l t a g e、以下 C C V と略す) を表現する。尚本実施例では分極項を 1 個としているが、複数個用いて高精度化を図ってもよい。この等価回路モデルを用いることで、前述した蓄電池情報取得部 1 0 1 で測定した電流値、電圧値、温度の各電池情報から、現在の蓄電池の O C V を推定することで S O C を演算することが可能となる。

10

【 0 0 2 3 】

S O H Q 演算部 1 1 5 の構成を図 3 に示す。S O H Q 演算部 1 1 5 では、まず S O C v 演算部 1 1 3 から逐次出力される S O C v の中から演算に適切な 2 点の S O C v 1、2 を S O C v 2 点演算部 3 0 0 によって選択する。前述したように S O C v とは電池の等価回路モデルを用いることで O C V を推定し S O C を算出している。この電池の等価回路モデルに誤差が少なく、S O C 真値と S O C v が近い値を選択することが重要となる。また、この S O C v 1、2 間で流れた電流値を積算する電流積算部 3 0 1 によって S O C v 1、2 間の充放電容量 $I d t$ が演算される。この S O C v 1、2 と $I d t$ を用いて電池情報から直接的に算出する S O H Q (以下 S O H Q_{socv} と略す) が S O H Q_{socv} 演算部 3 0 2 で演算する。この S O H Q_{socv} の演算式は以下の数 (1) の通りである。

20

【 0 0 2 4 】

【 数 1 】

$$SOHQ_{socv} = \frac{\int Idt / 3600}{\Delta SOCv / 100} \times \frac{1}{Q_{max}} \times 100 \quad (\text{数 1})$$

【 0 0 2 5 】

Q_{max} とは電池の初期の満充電容量である。この S O H Q_{socv} とは別に S O H R 演算部 1 1 4 で演算された S O H R と S O H Q の相関関係により算出する S O H Q (以下 S O H Q_{sohr} と略す) を S O H Q_{sohr} 閾値演算部 3 0 3 が現在の S O H R 値を元に演算する。この相関関係は、例えば反比例の関係式で簡易的に示しても良い。一般的に S O H R と S O H Q の関係はこの反比例の関係に近いことが知られているため、代表電池を評価せずとも相関関係を容易に設定する事が可能である。

40

【 0 0 2 6 】

一方、代表電池の S O H R と S O H Q の相関関係を測定しているのであれば、S O H R と S O H Q の推移を測定した結果を相関式として導入しても良い。簡易的な反比例式よりも、作製した実電池の挙動を踏まえた相関関係を導入できるため、代表電池を測定しているのであればこちらを採用するのが良い。これら S O H Q_{socv} と S O H Q_{sohr} を用いて最終的な S O H Q 演算部 3 0 4 にて演算が完了し S O H Q が外部に出力する。

【 0 0 2 7 】

最終的な S O H Q 演算部 3 0 4 で行っている演算内容例を示す。図 4 に示すように S O H Q_{socv} と S O H Q_{sohr} の一致度を定義する。この図 4 の A は S O H R 演算や S O H Q_{socv} と S O H Q_{sohr} の演算誤差を、B は S O H Q が S O H R との相関関

50

係から最高でも B % 乖離するという値で定めている。SOHQ_{SOHR}は に用いられるのみで最終的な演算結果に直接反映させない処置としたため、SOHRとSOHQの代表電池の相関関係から乖離した劣化モードにも対応可能である。この一致度 を用いてSOHQ演算の前回結果SOHQ_zと(数2)で示す平均化処理を行うことで最終的なSOHQを演算している。

【0028】

【数2】

$$SOHQ = \frac{\alpha}{N} \times SOHQ_{SOCV} + (1 - \frac{\alpha}{N}) \times SOHQ_z \quad (\text{数2})$$

【0029】

Nとは平均化のサンプリング数である。SOHQは急激に変動しないため、SOHQ前回値とNを使用し、演算値の平滑化を図っている。

【0030】

このような構成によって、SOHQ_{SOHR}によって劣化の起こりうる範囲を限定することが可能であるため、SOHQ_{SOCV}の課題であった誤差要因を低減し、高精度なSOHQ演算が可能である。

【0031】

実施例2

以下、第二の実施例について、図5を用いて説明する。実施例1ではSOHRとSOHQの相関関係式を一つとして考え、そこから算出したSOHQ_{SOHR}とSOHQ_{SOCV}の差に応じて平均化処理を行っているが、SOHRとSOHQの関係式は複数持つても良い。本実施例では意図的に代表電池の相関関係から容量の劣化よりも抵抗(内部抵抗)の劣化が起こりやすいような場合と抵抗(内部抵抗)よりも容量の劣化が起こりやすい場合を想定して決定した相関関係を示す。出荷直後の電池はSOHRもSOHQも100%前後であるため劣化する以前はSOHRとSOHQの相関関係から大きく乖離することはない。しかし、劣化が進行するにつれて電池の使用方法によってはSOHQとSOHRは相関関係から大きく乖離してしまう。この乖離の挙動をあらかじめデータとして持つておくことが可能であれば図5のような閾値を設け、2つの曲線内であれば一致度 を1にするというようにしても良い。実施例1でも述べたようにSOHQとSOHR自体も演算誤差を持つため、この誤差を考慮し図5の曲線からC%乖離しても一致度 は1であるというようにしても良い。このようにすることで、SOHQ閾値演算部で出力する閾値が多様な劣化モードに対応可能で、且つ、劣化範囲を実施例1よりも高精度に把握可能となる。

【0032】

実施例3

以下、第三の実施例について、図6を用いて説明する。SOHQ_{SOHR}とSOHQ_{SOCV}を比較する際の閾値は電池の使用履歴に基づいて狭めても良い。この構成に関して図6に示す。電流、温度、電圧情報を元に電池の使用温度、充放電回数等の使用履歴を記憶する使用履歴記憶部600が、履歴情報を履歴に基づくSOHQ_{SOHR}閾値演算部601に出力する構成が図3との違いである。実施例2に示したように電池の複数の劣化モードを想定して曲線を決めている場合、電池の使用履歴によって想定される劣化モードの範囲が限定できる。例えば図5に示した抵抗劣化が起こりやすいような電池に近い使用履歴であった場合に、抵抗劣化が起こりやすい電池の曲線に近い範囲に劣化モードの範囲を限定することが可能である。このように動的に履歴情報から劣化範囲を特定していくことにより、実施例2よりもSOHQ演算の高精度化が可能である。

【0033】

実施例4

以下、第四の実施例について、図7を用いて説明する。本実施例ではSOHRの演算値

20

30

40

50

が急激に変化した場合には、SOHQの演算にSOHRの結果を使用しない構成に関して説明する。この構成に関して図7に示す。実施例1の構成との差は、SOHR演算値を逐次検知し急変か否かを判定するSOHR急変検知部700があることである。SOHRは基本的に急激に変化することはないため、SOHQ_{SOHR}閾値演算部の出力値も急変しない。しかし、例えば長時間電池が使用されず放置されていた場合に長時間の保存劣化の影響でSOHR演算値が急激に変動する場合がある。この時、急変するSOHR演算値によってSOHQ閾値も急変してしまうと、SOHQ演算が安定しない。故に、SOHRが急変しているとSOHR急変検知部701が判定した場合にはSOHQ_{SOHR}を使用せず、SOHQ_{SOCV}の結果のみを使用する構成とした。このようにすることで、SOHRの急変の影響を受けずに演算が可能である。

10

【0034】

以上、本発明について簡単にまとめる。

本発明では、電池の電流値及び/又は電圧値を含む値に基づいてSOHQを演算するSOHQ演算部と、電池の内部抵抗に基づいてSOHQ閾値を決定する閾値決定部と、SOHQ演算部によるSOHQとSOHQ閾値との比較に基づいてSOHQを決定するSOHQ決定部と、を備える。このような構成にすることによって、電池個体差や多様な劣化要因にも対応可能である。

【0035】

また、本発明では、SOHQとSOHQ閾値との比較方法は電池の内部抵抗に応じて変化する。このような構成にすることによって、抵抗劣化が起こりやすいような電池に近い使用履歴であった場合に、抵抗劣化が起こりやすい電池の曲線に近い範囲に劣化モードの範囲を限定することが可能となる。

20

【0036】

また、本発明では、電池制御装置は記憶部を有し、SOHQ閾値はあらかじめ記憶部に内蔵しておいた1つ以上の電池の劣化特性に基づいて決定する。

【0037】

また、本発明では、電池制御装置は電池の現在までの温度や使用履歴によって、記憶部に内蔵されている電池の劣化特性のうち、最も劣化傾向の似ている電池データに基づきSOHQ閾値を決定する。このように動的に履歴情報から劣化範囲を特定していくことにより、よりSOHQ演算の高精度化が可能となる。

30

【0038】

また、本発明では、電池制御装置は、内部抵抗の変化が急激であった場合にはSOHQ演算部のみに基づいて最終的なSOHQを演算する。

【0039】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、前記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。さらに、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

40

【符号の説明】

【0040】

- 1 : 電池システム
- 100 : 蓄電池モジュール
- 101 : 蓄電池情報取得部
- 102 : バッテリーマネジメントシステム
- 103 : 上位コントローラ
- 104 : インバータ

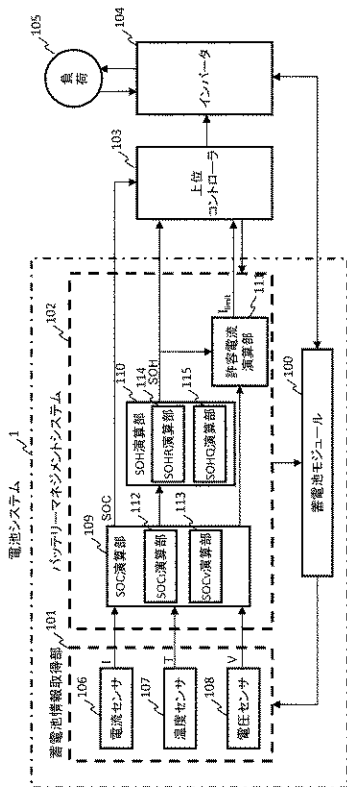
50

- 105 : 負荷
- 106 : 電流センサ
- 107 : 温度センサ
- 108 : 電圧センサ
- 109 : SOC演算部
- 110 : SOH演算部
- 111 : 許容電流演算部
- 112 : SOC_i演算部
- 113 : SOC_v演算部
- 114 : SOHR演算部
- 115 : SOHQ演算部
- 200 : OCV
- 201 : 直流抵抗
- 202 : 分極項
- 203 : 分極抵抗
- 204 : 分極キャパシタ
- 300 : SOC_v2点選択部
- 301 : 電流積算部
- 302 : SOHQ_{SOC_v}演算部
- 303 : SOHQ_{SOHR}閾値演算部
- 304 : 最終的なSOHQ演算部
- 600 : 使用履歴記憶部
- 601 : 履歴に基づくSOHQ_{SOHR}閾値演算部
- 700 : SOHR急変検知部

10

20

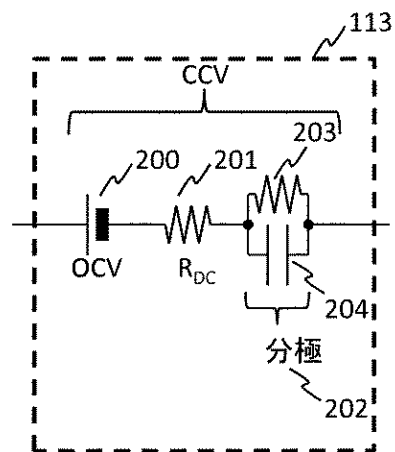
【図1】



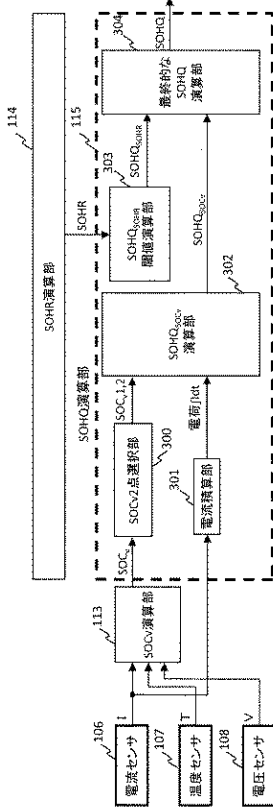
【図1】

【図2】

【図2】

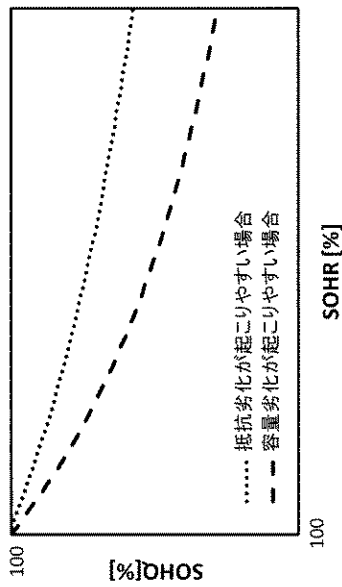


【図3】



【図3】

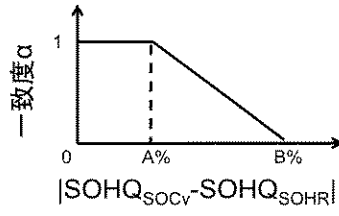
【図5】



【図5】

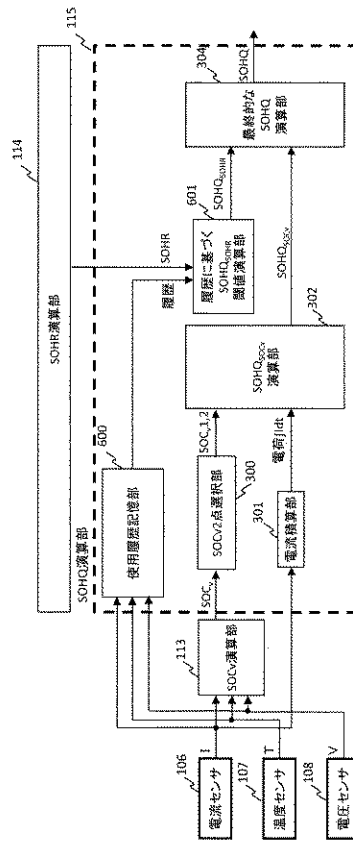
【図4】

【図4】



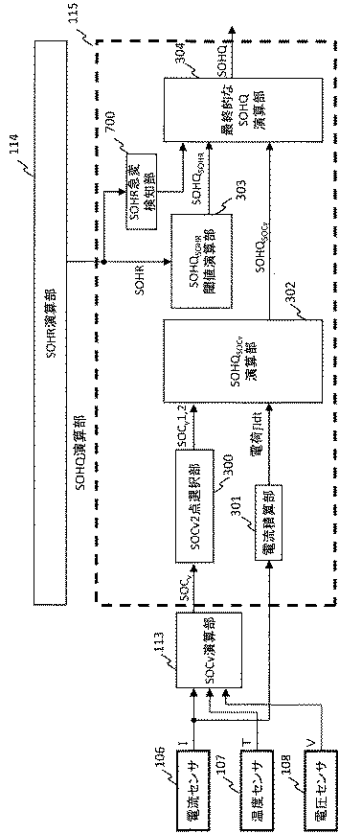
【図6】

【図6】



【図7】

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 マテ ファニー

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内

(72)発明者 大川 圭一郎

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

(72)発明者 中尾 亮平

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

Fターム(参考) 2G216 AB03 AB05 BA02 BA03 BA07 BA22 BA23 BA29 BA34 BA44

BA51 BA65 CB12 CB34 CB52 CB55

5G503 BA02 BB01 CA01 CA08 CA11 CB11 CC02 EA08 FA06 GB06

5H030 AA10 AS01 AS11 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51