

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特 許 公 報(B2)

(11)特許番号

特許第7016628号
(P7016628)

(45)発行日 令和4年2月7日(2022.2.7)

(24)登録日 令和4年1月28日(2022.1.28)

(51)Int.Cl.

F I

H O 1 M 10/44 (2006.01)

H O 1 M 10/44

P

H O 1 M 10/48 (2006.01)

H O 1 M 10/48

P

H O 1 M 4/505 (2010.01)

H O 1 M 4/505

H O 1 M 4/525 (2010.01)

H O 1 M 4/525

H O 1 M 4/58 (2010.01)

H O 1 M 4/58

請求項の数 8 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-135169(P2017-135169)

(22)出願日 平成29年7月11日(2017.7.11)

(65)公開番号 特開2019-16571(P2019-16571A)

(43)公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

審査請求日 令和2年7月10日(2020.7.10)

(73)特許権者 505083999

ビークルエナジージャパン株式会社

茨城県ひたちなか市稲田1410番地

(74)代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(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 井上 健士

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 牧野 茂樹

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】複合蓄電システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一の蓄電池と、第二の蓄電池と、を含み、

前記第一の蓄電池と前記第二の蓄電池とが並列に接続された構成を有し、

前記第一の蓄電池の充電率100%における開回路電圧は、前記第二の蓄電池が到達する電圧の最大値以上であり、

前記第一の蓄電池の充電率0%における開回路電圧は、前記第二の蓄電池が到達する電圧の最小値以下であり、

前記第二の蓄電池は、出力密度が前記第一の蓄電池よりも小さく、かつ、エネルギー密度が前記第一の蓄電池よりも大きい、複合蓄電システム。

【請求項2】

請求項1記載の複合蓄電システムにおいて、

前記第二の蓄電池が到達する前記電圧の前記最大値は、(前記第二の蓄電池の開回路電圧) + (前記第二の蓄電池への最大電流) × (前記第二の蓄電池の内部抵抗) の値であり、

前記第二の蓄電池が到達する前記電圧の前記最小値は、(前記第二の蓄電池の開回路電圧) - (前記第二の蓄電池への最大電流) × (前記第二の蓄電池の内部抵抗) の値である、複合蓄電システム。

【請求項3】

請求項1または2に記載の複合蓄電システムにおいて、

10

20

前記第一の蓄電池の前記充電率50%における前記開回路電圧の傾きは、前記第二の蓄電池の当該傾きよりも大きい、複合蓄電システム。

【請求項4】

請求項1または2に記載の複合蓄電システムにおいて、

前記第一の蓄電池は、正極活物質として LiNiMnCoO_2 を含み、

前記第二の蓄電池は、正極活物質として LiFePO_4 を含む、複合蓄電システム。

【請求項5】

第一の蓄電池と、第二の蓄電池と、を含み、

前記第一の蓄電池と前記第二の蓄電池とが並列に接続された構成を有し、

前記第一の蓄電池への電氣的な接続及び切断のための開閉が可能なりレーを有し、

前記第二の蓄電池に印加される電圧が、前記第一の蓄電池の充電率0%から100%までの開回路電圧の範囲に収まるように、前記リレーの開閉をする機能を有し、

前記第二の蓄電池は、出力密度が前記第一の蓄電池よりも小さく、かつ、エネルギー密度が前記第一の蓄電池よりも大きい、複合蓄電システム。

【請求項6】

請求項5記載の複合蓄電システムにおいて、

前記リレーを開とする判定基準は、

$(\text{前記第二の蓄電池の開回路電圧}) + (\text{前記第二の蓄電池への最大電流}) \times (\text{前記第二の蓄電池の内部抵抗})$ の値が前記第一の蓄電池の前記充電率100%の前記開回路電圧を上回った場合と、

$(\text{前記第二の蓄電池の開回路電圧}) - (\text{前記第二の蓄電池への最大電流}) \times (\text{前記第二の蓄電池の内部抵抗})$ の値が前記第一の蓄電池の前記充電率0%の前記開回路電圧を下回った場合と、である、複合蓄電システム。

【請求項7】

請求項5記載の複合蓄電システムにおいて、

前記リレーの前記開閉は、前記第二の蓄電池の前記充電率の情報に基づいて行う、複合蓄電システム。

【請求項8】

請求項6記載の複合蓄電システムにおいて、

前記リレーを開とする前記判定基準は、前記第二の蓄電池の前記内部抵抗の劣化を計算に入れたものである、複合蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合蓄電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車等においては、減速時又は制動時における発電により得られる電力を二次電池に蓄える蓄電池システムが用いられている。

【0003】

特許文献1には、鉛蓄電池と、鉛蓄電池の出力電圧と略等しい出力電圧を有し鉛蓄電池と並列に接続された二次電池アセンブリと、を備え、二次電池アセンブリは、第1種類のリチウムイオン電池と、該第1種類のリチウムイオン電池と直列に接続され開放電圧OCVの変化に対する充電率SOCの変化が該第1種類のリチウムイオン電池よりも小さい第2種類のリチウムイオン電池と、を含む、蓄電池システムが開示されている。ここで、第1種類のリチウムイオン電池の正極にはリン酸鉄リチウムが用いられ、第2種類のリチウムイオン電池の負極にはチタン酸リチウムが用いられることが望ましいことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-213025号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

異なる特性を有する2種類の電池を並列に接続することにより出力と容量とを最適化する複合蓄電システムにおいては、一方の電池の容量が小さい場合、その電池のSOC（「State Of Charge」の略称である。「充電率（充電状態）」を意味する。）が急激に上昇し、若しくは減少する。これにより、充放電中に当該一方の電池のSOCが危険範囲にまで逸脱してしまう可能性がある。

10

【0006】

特許文献1に記載の蓄電池システムにおいては、SOC-OCV曲線の形状が異なる2種類のリチウムイオン電池を用いているが、電池の安全性の観点から電池のSOCの臨界値等を考慮したものではないため、改善の余地があると考えられる。

【0007】

本発明は、複合蓄電システムを構成する電池のSOCの逸脱を抑制し、複合蓄電システムの安全性を向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の複合蓄電システムは、第一の蓄電池と、第二の蓄電池と、を含み、第一の蓄電池と第二の蓄電池とが並列に接続された構成を有し、第一の蓄電池の充電率100%における開回路電圧は、第二の蓄電池が到達する電圧の最大値以上であり、第一の蓄電池の充電率0%における開回路電圧は、第二の蓄電池が到達する電圧の最小値以下である。

20

【0009】

本発明の複合蓄電システムは、第一の蓄電池と、第二の蓄電池と、を含み、第一の蓄電池と第二の蓄電池とが並列に接続された構成を有し、第一の蓄電池への電氣的な接続及び切断のための開閉が可能なりレーを有し、第二の蓄電池に印加される電圧が、第一の蓄電池の充電率0%から100%までの開回路電圧の範囲に収まるように、リレーの開閉をする機能を有する。

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、複合蓄電システムを構成する電池のSOCの逸脱を抑制することができ、複合蓄電システムの安全性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の複合蓄電システムを備えた電気自動車を示す模式構成図である。

【図2】容量型電池及びパワー型電池のSOC-OCV曲線を示すグラフである。

【図3】SOC-OCV曲線が一致した複合蓄電システムを備えた電気自動車の走行中におけるSOCの変化を示すグラフである。

【図4】SOC-OCV曲線と容量型電池の内部抵抗値を適切に設計した複合蓄電システムを備えた電気自動車の走行中におけるSOCの変化を示すグラフである。

40

【図5】実施例2の複合電池を示す概略構成図である。

【図6】実施例3の複合蓄電システムを備えた電気自動車を示す模式構成図である。

【図7】図6の容量型電池202及びパワー型電池201のSOC-OCV曲線を示すグラフである。

【図8】実施例3におけるパワー型電池のSOCの逸脱を抑制する制御方法を示すフローチャートである。

【図9】容量型電池及びパワー型電池のSOC-OCV曲線を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

50

以下、図面等を用いて、本発明の実施形態について説明する。以下の説明は本発明の内容の具体例を示すものであり、本発明がこれらの説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。また、本発明を説明するための全図において、同一の機能を有するものは、同一の符号を付け、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

【実施例１】

【００１３】

図１は、実施例１の複合蓄電システムを備えた電気自動車の構成を示したものである。

【００１４】

図１に示すように、電気自動車１０は、パワー型電池１３と、容量型電池１４と、を含む複合蓄電システムを備えている。複合蓄電システムは、電力変換装置であるインバータ１２を介して、モータジェネレータ１１に接続されている。パワー型電池１３と容量型電池１４とは、並列に接続されている。インバータ１２、パワー型電池１３及び容量型電池１４は、ＥＣＵ１５（“ＥＣＵ”は“Electronic Control Unit”の略）によって制御される。 10

【００１５】

ここで、モータジェネレータ１１は、交流機、例えば、誘導機や同期機である。パワー型電池１３及び容量型電池１４からは、インバータ１２に直流電力が出力される。

【００１６】

インバータ１２は、パワー型電池１３及び容量型電池１４から供給される直流電力を三相交流電力に変換する。インバータ１２が出力する三相交流電力によって、モータジェネレータ１１が電動機として回転駆動される。これにより、電気自動車１０が走行する。 20

【００１７】

容量型電池１４だけではモータジェネレータ１１への供給電力が不足する場合、例えば電気自動車１０の加速時などにおいては、パワー型電池１３からも、インバータ１２を介してモータジェネレータ１１に電力が供給される。

【００１８】

電気自動車１０の減速時あるいは制動時などにおいて、すなわちモータジェネレータ１１の回生時において、モータジェネレータ１１で発電される交流電力は、インバータ１２を整流装置として動作させることにより直流電力に変換され、パワー型電池１３および容量型電池１４に蓄電される。 30

【００１９】

電気自動車１０の駐車時には、容量型電池１４およびパワー型電池１３は、図示しない充電装置によって充電することができる。

【００２０】

なお、図１のモータジェネレータ１１は、それぞれ別体のモータおよびジェネレータによって構成されてもよい。パワー型電池１３は、容量型電池１４よりも、出力密度に優れるが、容量（Ａｈ）は小さい。このようなパワー型電池１３としては、例えば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などが適用される。また、パワー型電池１３に代えて、これと同様の高出力特性を有するリチウムイオンキャパシタや電気二重層キャパシタなどの蓄電装置（言わば、パワー型蓄電装置）を用いてもよい。なお、以下においては、これらの電池およびキャパシタを含めて、「パワー型電池」と総称する。なお、本明細書においては、「パワー型電池」は「第一の蓄電池」ともいうことにする。 40

【００２１】

容量型電池１４は、パワー型電池１３よりも出力密度は劣るものの、エネルギー密度に優れ、容量（Ａｈ）が大きい。このような容量型電池１４としては、リチウムイオン電池、リチウムイオン半固体電池、リチウム固体電池、鉛電池、ニッケル亜鉛電池などが適用される。なお、パワー型電池１３として用いるリチウムイオン電池と、容量型電池１４として用いるリチウムイオン電池とは、電極材料などの構成が異なる。なお、本明細書においては、「容量型電池」は「第二の蓄電池」ともいうことにする。 50

【0022】

上記のように、本実施例によれば、パワー型電池13および容量型電池14を併用して、使用する電池全体として、電池容量を確保しながらも電池出力を高めたり、電池出力を確保しながらも電池容量を高めたりすることができる。

【0023】

図2は、容量型電池とパワー型電池の電圧曲線（SOC-OCV曲線）を示すグラフである。横軸にSOC、縦軸に電圧をとっている。

【0024】

実線の黒線が容量型電池のSOC-OCV曲線、一点鎖線がパワー型電池のSOC-OCV曲線を示している。点線は、下記式(1)で算出される容量型電池の電圧 CCV_{max} を示したものである。破線は、下記式(2)で算出される容量型電池の電圧 CCV_{min} を示したものである。ここで、OCVは、開回路電圧の略称である。

10

【0025】

【数1】

$$CCV_{max} = OCV_{Cap} + I_{chg_max} \times R_{chg_Cap} \quad \dots (1)$$

【0026】

【数2】

20

$$CCV_{min} = OCV_{Cap} + I_{dis_max} \times R_{dis_Cap} \quad \dots (2)$$

【0027】

ここで、 CCV_{max} は、各SOCでの容量型電池が到達しうる電圧の最大値を、 CCV_{min} は、当該電圧の最小値を表現している。言い換えると、 CCV_{max} は、第二の蓄電池が到達しうる電圧の最大値であり、（第二の蓄電池の開回路電圧）+（第二の蓄電池への最大電流）×（第二の蓄電池の内部抵抗）を計算して得られる値である。一方、 CCV_{min} は、第二の蓄電池が到達しうる電圧の最小値であり、（第二の蓄電池の開回路電圧）-（第二の蓄電池への最大電流）×（第二の蓄電池の内部抵抗）を計算して得られる値である。

30

【0028】

また、 OCV_{Cap} は、容量型電池のOCVである。 I_{chg_max} は、電気自動車に流れる充電側の最大電流値、 R_{chg_Cap} は充電側の電池内部抵抗値である。 I_{dis_max} は電気自動車に流れる放電側の最大電流値、 R_{dis_Cap} は放電側の電池内部抵抗値である。最大電流値は、放電側であれば電気自動車が最大トルクを出力するアクセル全開の時の値に相当し、充電側であれば電気自動車が最大で回生している時の値に相当する。

【0029】

R_{chg_Cap} 及び R_{dis_Cap} は、一定の値ではなく、SOCに依存して変化する値を使用してもよい。温度によっても内部抵抗は変化するので、例えば販売する地方の年間の最低気温における値を用いてもよいし、運転時の平均気温における値を用いてもよい。

40

【0030】

上記の CCV_{min} と CCV_{max} とパワー型電池のOCVの関係は、容量型電池の使用SOC範囲において、下記式(3)及び(4)が成り立つ構成としている。

【0031】

50

【数3】

$$CCV_{min} \geq OCV_{Pow} (0\%) \quad \dots (3)$$

【0032】

【数4】

$$CCV_{max} \leq OCV_{Pow} (100\%) \quad \dots (4)$$

10

【0033】

ここで、 $OCV_{Pow} (x\%)$ は、SOCが $x\%$ の状態におけるパワー型電池のOCVの値を示している。本実施例においては、SOCが $0\% \sim 100\%$ の範囲でパワー型電池を安全に使用できるため、 0% 及び 100% を基準としている。パワー型電池を安全に使用できる範囲が他の値である場合は、その値を用いてもよい。

【0034】

上記式(3)及び(4)の関係を保つことにより、容量型電池の使用SOC範囲内では、パワー型電池のSOCが 0% もしくは 100% を超過することを防ぐことができる。

【0035】

これに関して更に説明する。

20

【0036】

並列接続している電池間では、常に両者の電圧が一致するため、下記式(5)が成立している。

【0037】

【数5】

$$OCV_{Cap} + I_{Cap} \times R_{Cap} = OCV_{Pow} + I_{Pow} \times R_{Pow} \quad \dots (5)$$

【0038】

ここで、 OCV_{Cap} は容量型電池のOCVであり、 OCV_{Pow} はパワー型電池のOCVである。 I_{Cap} は容量型電池に流れる電流値であり、 I_{Pow} はパワー型電池に流れる電流値である。 R_{Cap} は容量型電池の内部抵抗値であり、 R_{Pow} はパワー型電池の内部抵抗値である。

30

【0039】

並列接続時には、上記式(5)が成り立つように電流が分配される。

【0040】

図2に示すように、一般に、SOCとOCVとは単調増加の関係があることが知られている。すなわち、SOCが減少すると、OCVは減少する傾向にある。

【0041】

容量の小さいパワー型電池は、充放電でSOCが急激に変動するため、 OCV_{Pow} は大きく変化する。大電流で放電や充電に偏った場合には、 I_{Pow} は0となる。この $I_{Pow} = 0$ の状態における $OCV_{Pow} (x\%)$ のSOCである $x\%$ がパワー型電池の安全SOC範囲であれば、安全性を確保できる。これを示しているのが上記式(3)及び(4)である。

40

【0042】

まず、安全性を確保できない例としては、容量型電池とパワー型電池のSOC-OCV曲線がパワー型電池のSOC-OCV曲線で一致しており、上記式(3)及び(4)が満たせない場合がある。

【0043】

50

図3は、その場合のSOCの挙動を示したものである。

【0044】

本図においては、電気自動車が1000秒走行し1000秒休止する走行を繰り返した際のSOCの挙動を示している。1000秒の走行中は、モータを駆動するために放電が連続し、SOCが減少していく。特に、図中(1)で示すように、容量の小さいパワー型電池は、容量型電池と比べて急激にSOCが低下していく。

【0045】

そして、1000秒の休止間では、図中(2)で示すようにSOC-OCV曲線が一致している両者は、同一のSOCとなる。これは、上記式(5)の I_{Cap} と I_{Pow} が共に0となるためである。

【0046】

このような走行が連続していくと、次第に容量型電池のSOCも低下していくため、休止中にパワー型電池が収束するSOCも低い値となる。すると、走行中にパワー型電池が容量型電池よりも先にSOCが0となってしまう(図中(3))。その結果、パワー型電池が危険な状態となり、安全性を保つことができない。

【0047】

次に、上記式(3)及び(4)を満たすようにSOC-OCV曲線の形状と容量型電池の内部抵抗値を設計することにより安全性を確保した場合について説明する。

【0048】

図4は、その場合のSOCの挙動を示したものである。

【0049】

図2で示すように、容量型電池は高SOCから低SOCまで、パワー型電池が約70%となる電圧をOCVとして維持する。このため、図4の(4)で示すように、容量型電池のSOCが低下してきても常にパワー型電池のSOCは高い値に収束させることが可能となる。また、放電が長時間続いた状態でも CCV_{min} を電圧が下回ることはない。故に、パワー型電池のSOCは30%程度を下回ることがない。

【0050】

このように、容量型電池とパワー型電池、及び容量型電池の内部抵抗値を設計することで、パワー型電池のSOCを安全な範囲内で稼動することが可能である。これにより、本来並列接続をする上で安全性を確保するために必要となる、リレーやDC/DCコンバータを回路内に設ける必要がないため、システムコストを削減することが可能である。

【0051】

次に、容量型電池とパワー型電池に適切な正負極材料に関して述べる。

【0052】

容量型電池としては、SOC-OCV曲線が平坦で傾きの小さい電池が好ましい。これは、図2及び上記式(1)～(4)の関係を成立させやすくするためである。

そのため、例えば、正極にリン酸鉄リチウム $LiFePO_4$ (LFP)や硫黄を用いた電池が挙げられる。LFPは、ほぼ全てのSOC範囲においてリチウムとの酸化還元電位が同じ3.4V($v_{s-Li^+/Li}$)であるという特徴を有している。硫黄も広いSOC範囲においてリチウムとの酸化還元電位が2.0V($v_{s-Li^+/Li}$)であるという特徴を有しており、且つリチウム硫黄電池は容量が現行のリチウムイオン電池よりも大きいため、容量型電池として適切である。

【0053】

負極としては、黒鉛負極、Li負極及びチタン酸リチウムが例として挙げられる。これらも、広いSOC範囲でOCVが一定であるという特徴を有している。このような正負極の中から、電池として傾きが小さくなるような負極と正極の組み合わせを選択することで、容量型電池として適切となる。

【0054】

一方、パワー型電池としては、SOC-OCV曲線が容量型電池よりも大きいことが好ましい。これも、図2と上記式(1)～(4)の関係を成立させやすくするためである。そ

10

20

30

40

50

のため、例えば、正極に3元系の LiNiMnCoO_2 (NMC)を用いた電池が挙げられる。NMCは、SOCに応じてリチウムとの酸化還元電位が3.5V~4.3V (vs Li^+/Li) 程度まで変化するという特徴を有している。

【0055】

負極としては、ハードカーボンが例として挙げられる。これは、黒鉛と同様、炭素材料ということに変わりはないが、非晶質であるため、SOCに応じてリチウムイオンとの酸化還元反応電位が変化する。また、ハードカーボンは、出力特性が高いことが特徴であるため、パワー型電池として適切である。このような正負極の中から、傾きが容量型電池よりも大きく、上記式(1)~(4)を満たすような負極と正極の組み合わせを選択することで、容量型電池として適切となる。

【0056】

まとめると、図2に示すとおり、第一の蓄電池の充電率50%における開回路電圧の傾きは、第二の蓄電池の当該傾きよりも大きいことが望ましい。

【実施例2】

【0057】

図5は、実施例2の複合電池の構成を示したものである。

【0058】

実施例1では、パワー型電池と容量型電池は別々の物とし、電気自動車内の別々の位置に積載するように記載したが、一つの筐体内に納め、一つの電池として扱ってもよい。

【0059】

図5において、パワー型電池100と容量型電池101は別々の電池であるが、一つの筐体に納められ、一つの複合電池102として扱うことができる。パワー型電池100と容量型電池101は並列に接続されている。

【0060】

このパワー型電池100と容量型電池101のSOC-OCV曲線の関係と容量型電池101の内部抵抗値を、図2及び上記式(1)~(4)を満たすようにすることで、筐体内にリレー等の安全性の設計を設ける必要性をなくすることができる。また、複合電池102の電圧等の電池情報を監視するだけで、パワー型電池100と容量型電池101のSOCが危険範囲まで到達することを抑制できる。

【0061】

よって、複合電池102を一つの電池として扱うことが可能となる。この複合電池102を交換することで、通常と同様の電池交換も可能である。

【実施例3】

【0062】

図6は、実施例3の複合蓄電システムを備えた電気自動車を示す模式構成図である。

【0063】

図6に示すように、電気自動車200は、実施例1と同様に、パワー型電池201と容量型電池202と、を含む複合蓄電システムを備えている。実施例1と異なる点は、パワー型電池201の入出力口にリレー203を設けていることである。

【0064】

実施例1の上記式(1)~(4)の関係が、容量型電池202の使用SOC範囲内の一部区間でしか成立していないため、このリレー203によって安全性を確立している。このリレー203の開閉は、容量型電池202のSOCを元に、ECU204によって行う。このリレー203の開閉動作は、ECU204とは別で電池制御コントローラがある場合には、その電池制御コントローラで行ってもよい。

【0065】

つぎに、パワー型電池201及び容量型電池202のSOC-OCV特性、並びに容量型電池202の内部抵抗値の値から、上記式(1)及び(2)で算出する CCV_{\max} と CCV_{\min} について説明する。

【0066】

10

20

30

40

50

図7は、図6の容量型電池202及びパワー型電池201の電圧曲線を示すグラフである。横軸にSOC、縦軸に電圧をとっている。

【0067】

図7に示すように、図1の容量型電池14と異なり、図6の容量型電池202は、SOCに対してOCVの傾きが大きい区間を有する。

【0068】

そのため、パワー型電池の0%から100%までのOCV範囲300の範囲外にCCV_{max}とCCV_{min}が存在する。

【0069】

このCCV_{max}がOCV_{Pow} (100%) よりも大きくなる区間は、SOC範囲301では、パワー型電池が過充電となる危険性がある。

10

【0070】

一方、走行が行われ、上記式(3)及び(4)を満たすSOC範囲302まで容量型電池のSOCが減少すると、実施例1で述べたように、本質的にパワー型電池が安全なSOC範囲で駆動可能となるため、危険性はない。

【0071】

また、CCV_{min}がOCV_{Pow} (0%) よりも小さくなるSOC範囲303では、パワー型電池は過放電となる危険がある。

【0072】

故に、図6のリレー203を適切なタイミングで開閉することにより、パワー型電池のSOCの逸脱を抑制する必要がある。

20

【0073】

図8は、本実施例におけるパワー型電池のSOCの逸脱を抑制する制御方法を示すフローチャートである。

【0074】

本図において、制御フローは、ステップS100より開始する。ステップS100は、キーオンに対応し、ECU204はパワー型電池と容量型電池の電池情報を受け取る。ここで、キーオン（キーON）とは、電気自動車のエンジンキーを挿入した状態若しくはエンジンキーによりエンジンを始動した状態、又は、エンジンキーが不要な車種の場合はエンジンを始動した状態をいう。また、キーオフ（キーOFF）とは、電気自動車のエンジンキーを抜いた状態若しくはエンジンキーによりエンジンを停止した状態、又は、エンジンキーが不要な車種の場合はエンジンを停止した状態をいう。

30

【0075】

ステップS101においては、容量型電池のSOCを判別する。容量型電池のSOCが図7のSOC範囲302内である場合は、ステップS102に進む。これに対して、SOC範囲302内でない場合は、ステップS103に進む。

【0076】

ステップS102においては、ECU204からリレー203にリレー閉の信号を送り、リレー203を閉とする。リレー閉とした後は、ステップS104に進む。

【0077】

一方、ステップS103においては、リレー203を開として、ステップS104に進む。

40

【0078】

ステップS104においては、リレーが開、もしくは閉の状態のまま電気自動車が走行する。リレーが閉の場合には、パワー型電池と容量型電池の両方から電力を供給する。一方、リレーが開の場合には、容量型電池からのみ電力を供給する。1演算周期が経過したら、ステップS105に進む。

【0079】

ステップS105においては、キーOFFを判別する。キーOFFの場合はステップS106へ進み、キーOFFでない場合はステップS101に戻り、キーOFFとなるまでス

50

テップS101～S105を繰り返し演算する。

【0080】

ステップS106においては、リレー203を開とする。これは、休止中に容量型電池からECU等の機器へ暗電流が流れSOCが低下し、容量型電池のSOCがSOC範囲303に到達しても、安全性を保つための制御である。

【0081】

ステップS106においてリレー203を開とした後、制御を終了する（ステップS107）。

【0082】

このように、パワー型電池を容量型電池に接続しても安全か否かを判定し、リレーにて制御することで、安全にパワー型電池を使用することができる。 10

【0083】

まとめると、本実施例の複合蓄電システムにおいては、第一の蓄電池への電氣的な接続及び切断のための開閉が可能なリレーを有し、第二の蓄電池に印加される電圧が、第一の蓄電池の充電率0%から100%までの開回路電圧の範囲に収まるように、リレーの開閉をする機能を有する。

【0084】

また、リレーを開とする判定基準は、図7に示すように、（第二の蓄電池の開回路電圧）＋（第二の蓄電池への最大電流）×（第二の蓄電池の内部抵抗）の値が第一の蓄電池の充電率100%の開回路電圧を上回った場合と、（第二の蓄電池の開回路電圧）－（第二の蓄電池への最大電流）×（第二の蓄電池の内部抵抗）の値が第一の蓄電池の充電率0%の開回路電圧を下回った場合と、であることが望ましい。 20

【実施例4】

【0085】

実施例3では、内部抵抗値は変化しないと仮定した場合である。このため、 CCV_{min} と CCV_{max} は変化しないものとして説明している。しかし、実際の電池では、劣化によって内部抵抗値が上昇し、 CCV_{min} と CCV_{max} が変化する。

【0086】

実施例4は、 CCV_{min} 及び CCV_{max} の変化を考慮したものである。

【0087】

図9は、容量型電池及びパワー型電池の電圧曲線を示すグラフである。横軸にSOC、縦軸に電圧をとっている。 30

【0088】

図9においては、内部抵抗値の上昇に伴い、図7の CCV_{min} が CCV_{min}' に変化し、図7の CCV_{max} が CCV_{max}' に変化している。

【0089】

図9に示す状態は、下記式（6）、（7）及び（8）に示すとおりである。

【0090】

【数6】

$$CCV_{max}' = OCV_{cap} + I_{chg_max} \times R_{chg_cap} \times SOHR \quad \dots (6)$$

【0091】

【数7】

$$CCV_{min}' = OCV_{cap} + I_{dis_max} \times R_{dis_cap} \times SOHR \quad \dots (7)$$

【0092】

40

50

【数 8】

$$SOHR = \frac{R}{R_{ini}} \quad \dots (8)$$

【0093】

Rは現在の電池の内部抵抗値、 R_{ini} は初期の内部抵抗値である。劣化すると抵抗は増加するので、上記式(8)により算出されるSOHRは、1より大きい値となる。これにより、上記式(6)の CCV_{max}' は CCV_{max} より大きい値となり、上記式(7)の CCV_{min}' は CCV_{min} より小さい値となる。

10

【0094】

これにより、 $CCV_{max}' > OCV_{Pow}(100\%)$ となるSOC範囲400(図9)は、図7のSOC範囲301より大きくなる。また、上記式(6)及び(7)を満たすSOC範囲401(図9)は、図7のSOC範囲302より小さくなる。そして、 $CCV_{min}' < OCV_{Pow}(0\%)$ となるSOC範囲402(図9)は、図7のSOC範囲303より大きくなる。

【0095】

安全性を確保する上では、この抵抗劣化の影響を加味したリレーの制御をすることが必要となる。この制御フローは、図8のフローチャートと同様であるが、ステップS101は、SOCがSOC範囲401内か否かを判定することになる。

20

【0096】

この内部抵抗の上昇率を加味したリレー制御をすることで、容量型電池が劣化しても安全にパワー型電池を使用することが可能となる。

【符号の説明】

【0097】

10、200：電気自動車、11：モータジェネレータ、12：インバータ、13、100、201：パワー型電池、14、101、202：容量型電池、15、204：ECU、102：複合電池、203：リレー。

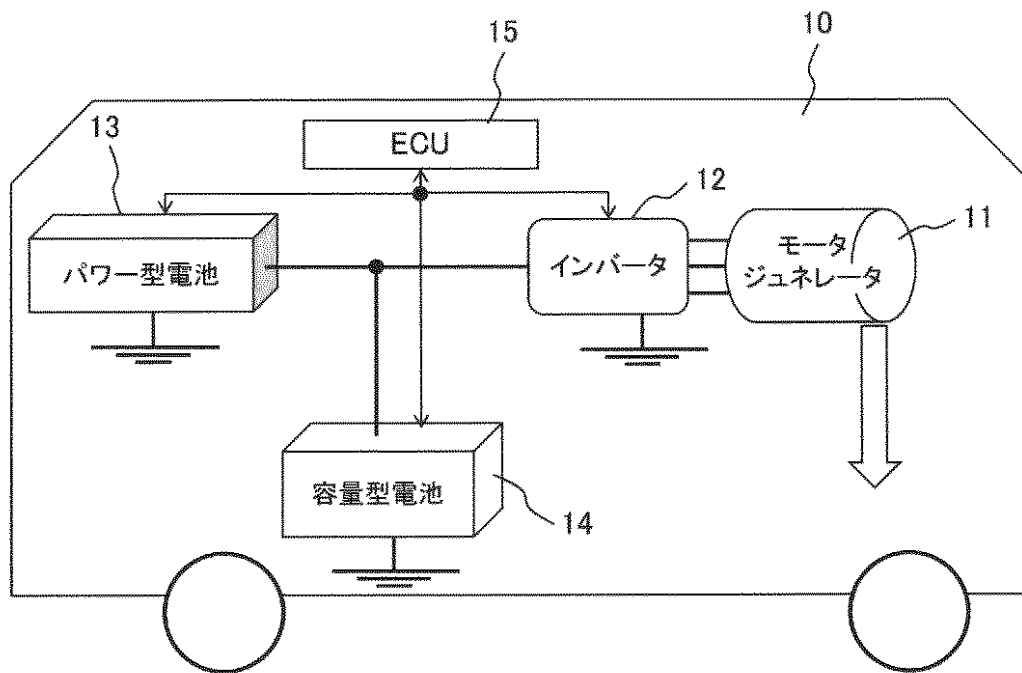
30

40

50

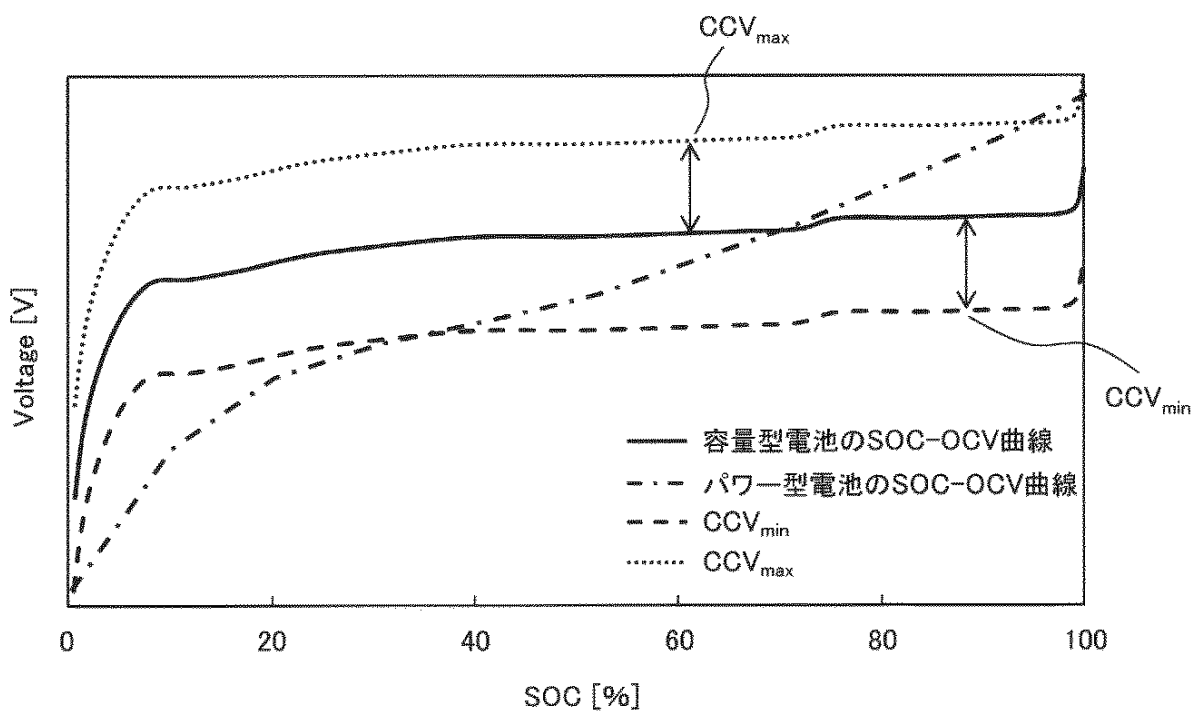
【図 1】

図 1

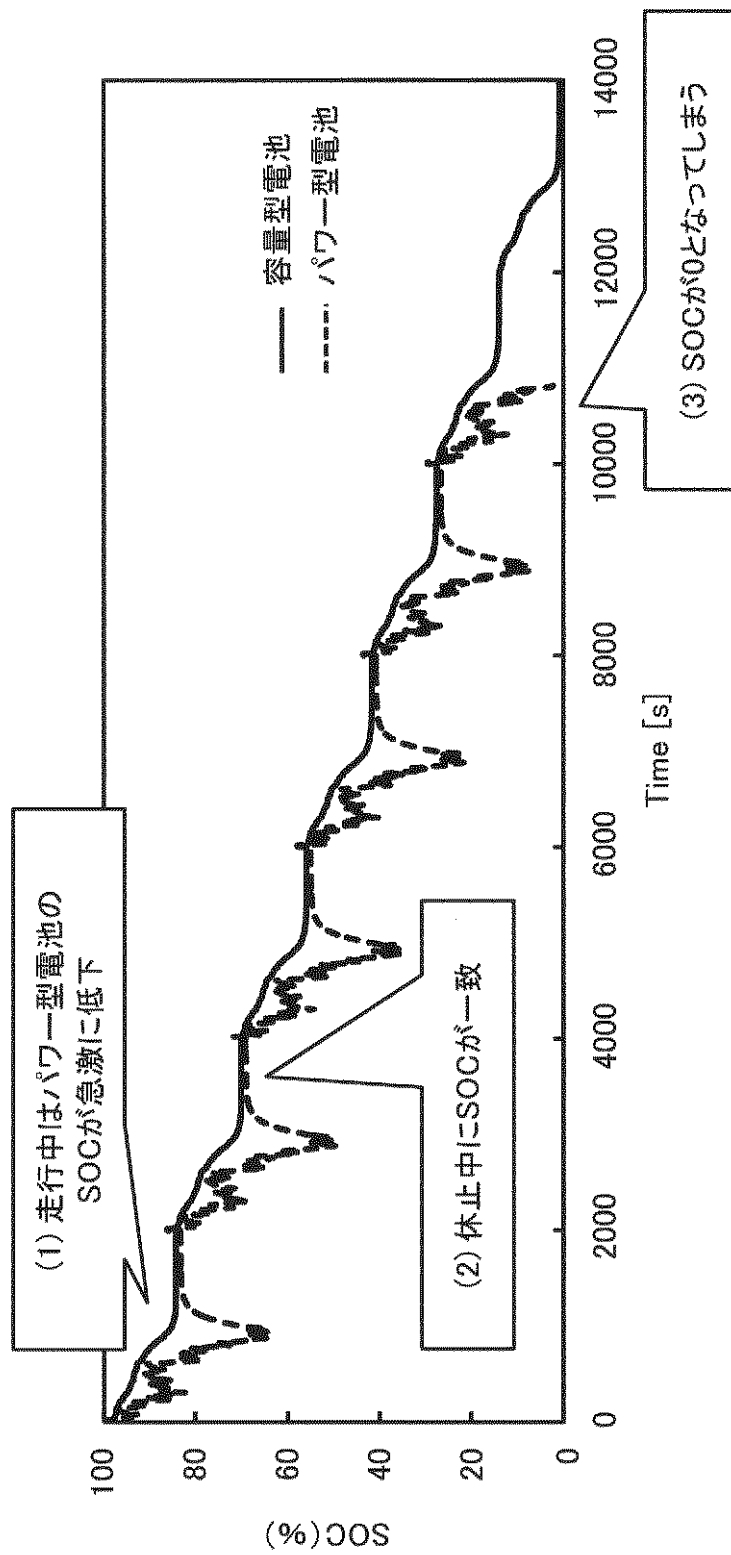


【図 2】

図 2



【図 3】



10

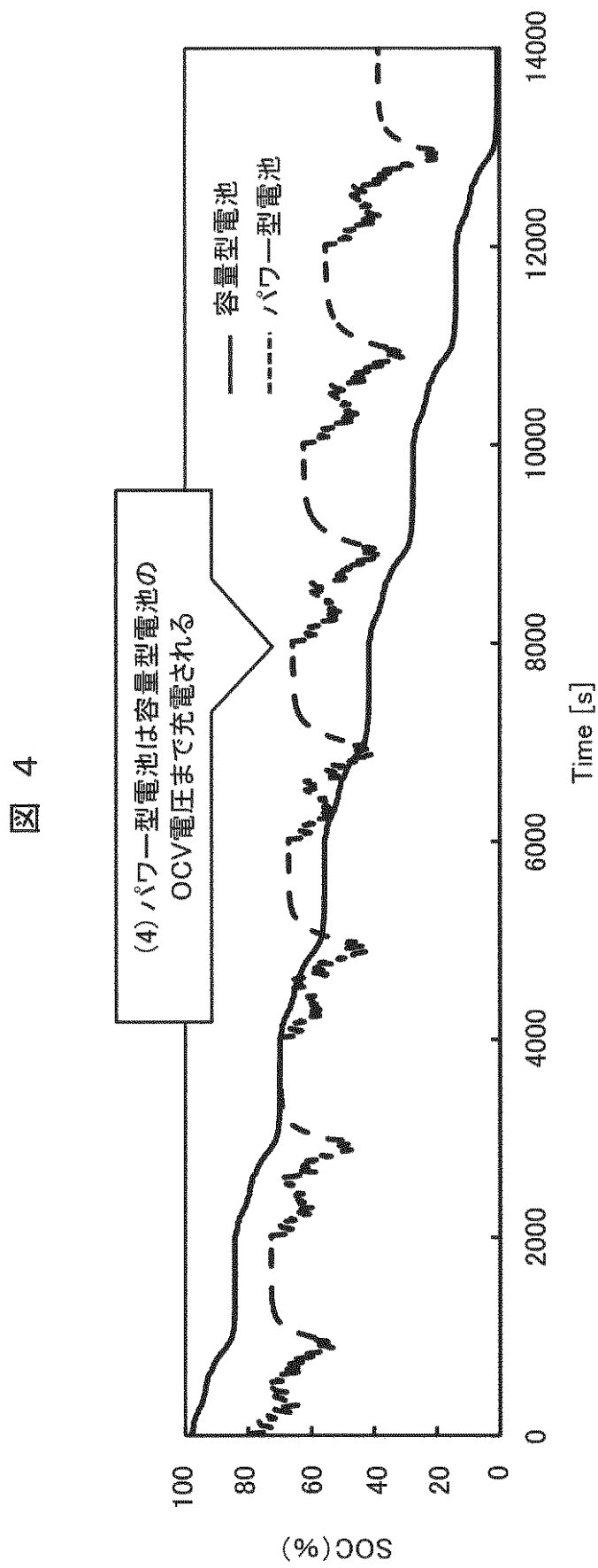
20

30

40

50

【図4】



10

20

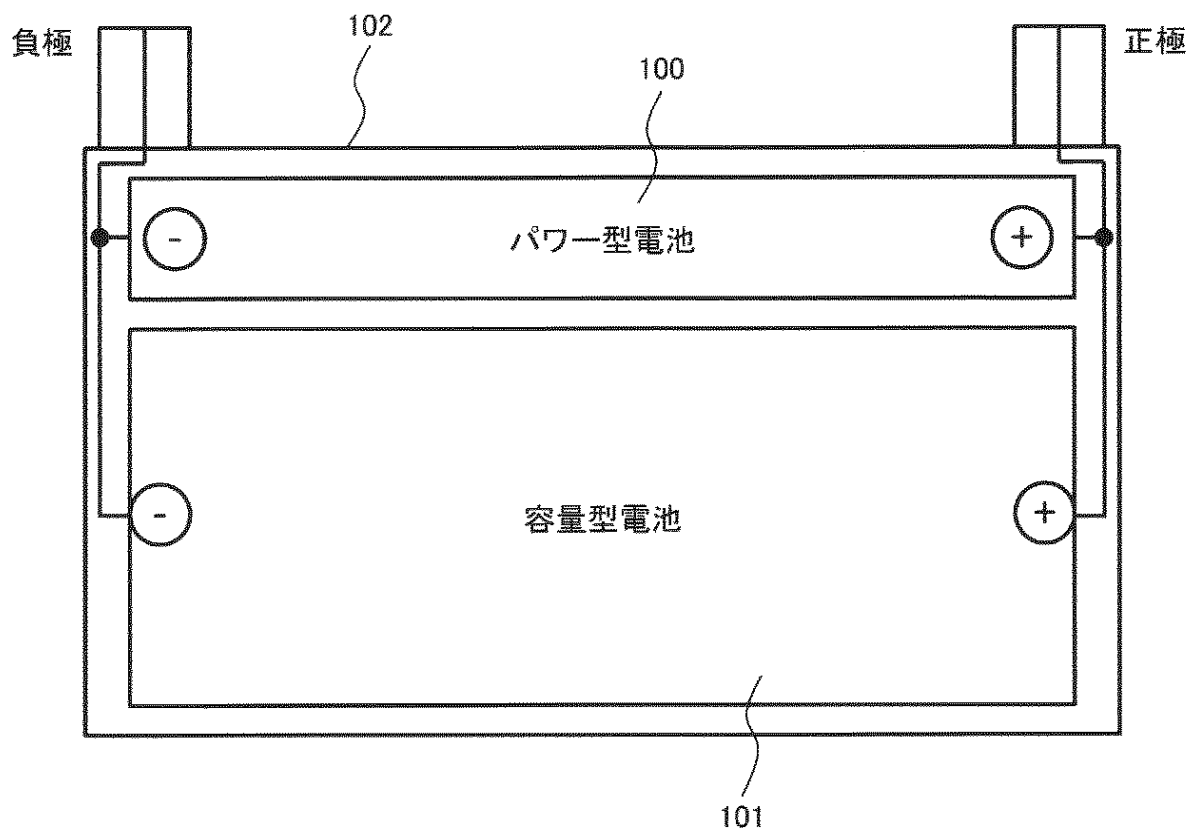
30

40

50

【図5】

図 5



10

20

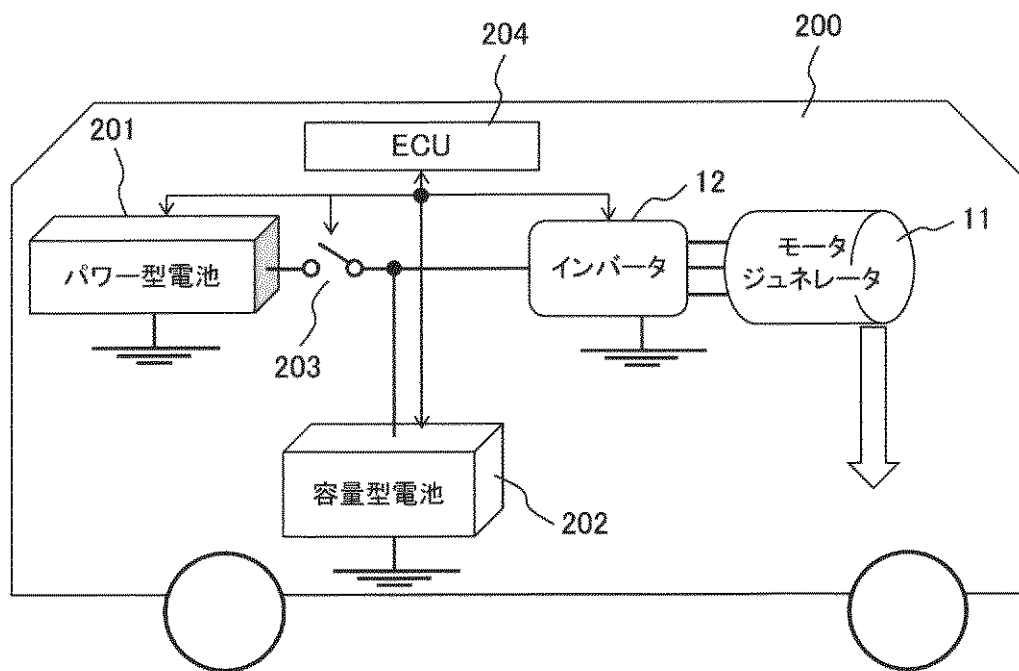
30

40

50

【図6】

図 6



10

20

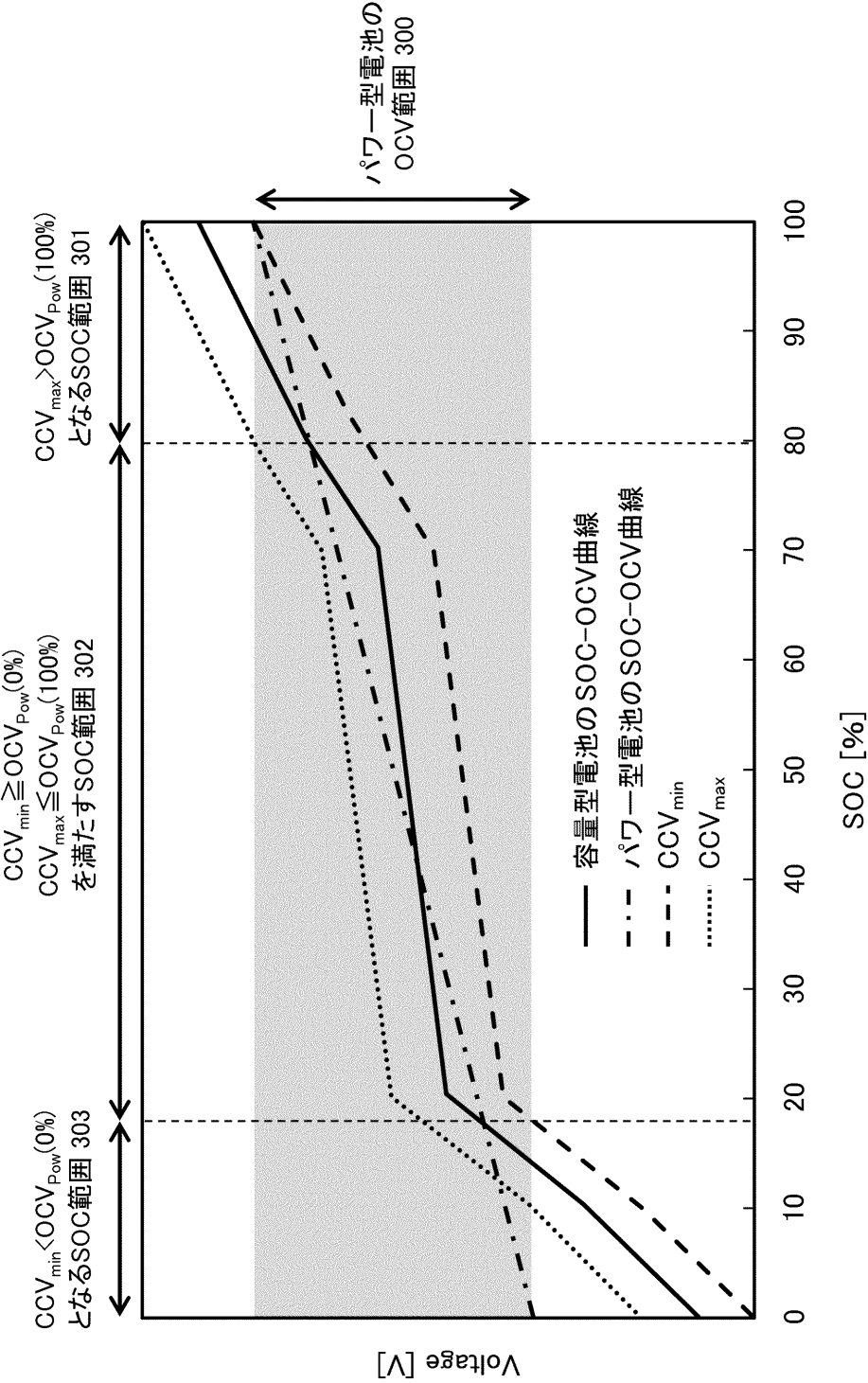
30

40

50

【図 7】

図 7



10

20

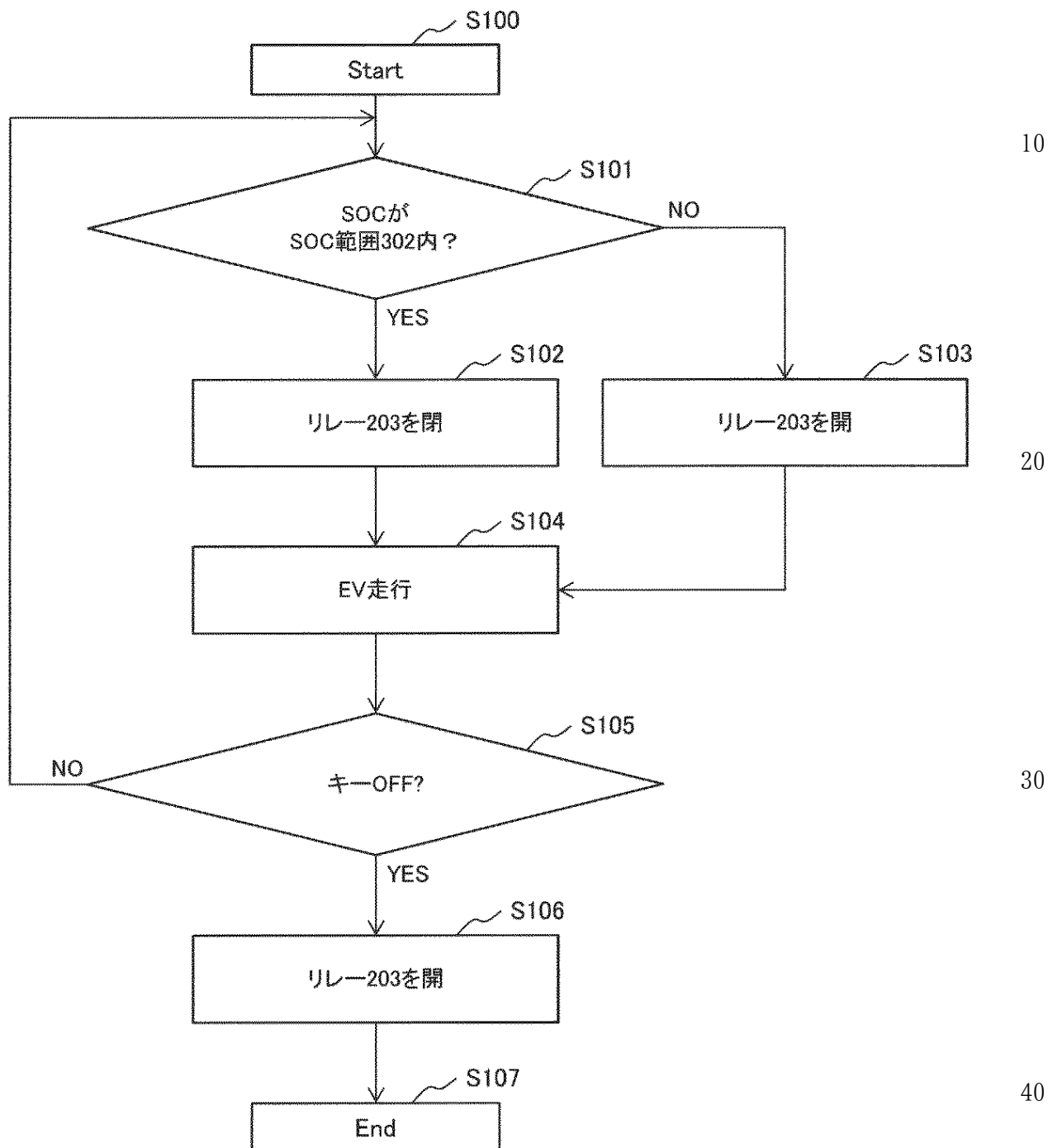
30

40

50

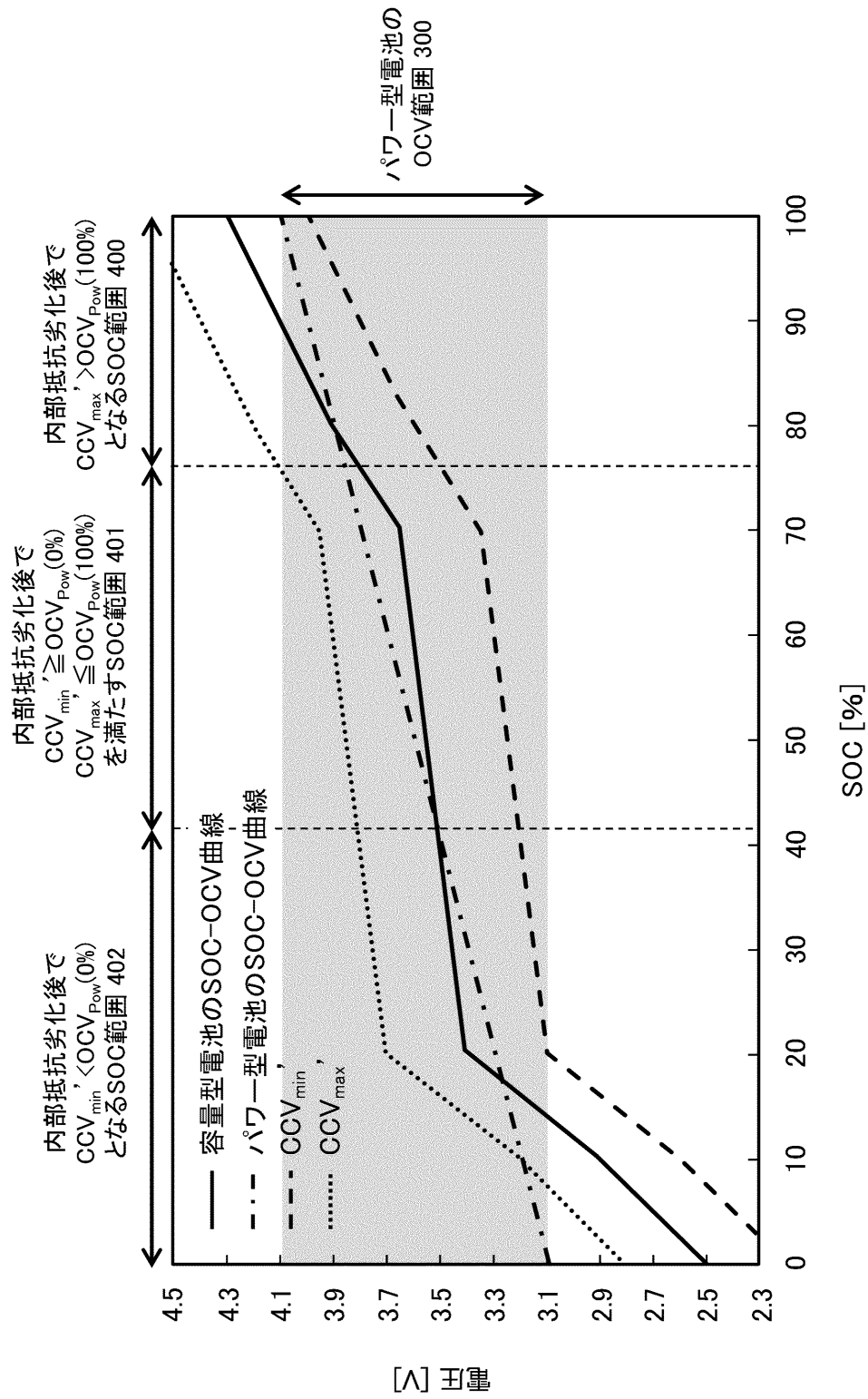
【図8】

図 8



【図 9】

図 9



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F 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>3 0 2 C</i>
<i>H 0 2 J</i>	<i>7/02</i>	<i>(2016, 01)</i>	<i>H 0 2 J</i>	<i>7/02</i>	<i>J</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00</i>	<i>(2019, 01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00</i>	<i>S</i>
<i>B 6 0 L</i>	<i>53/00</i>	<i>(2019, 01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	<i>53/00</i>	

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 特開2015-067042 (JP, A)
国際公開第2014/068884 (WO, A1)
特開2004-111242 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0089992 (US, A1)
特開2015-050009 (JP, A)
特開2015-214167 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M	1 0 / 4 4
H 0 1 M	1 0 / 4 8
H 0 1 M	4 / 5 0 5
H 0 1 M	4 / 5 2 5
H 0 1 M	4 / 5 8
H 0 2 J	7 / 0 0
H 0 2 J	7 / 0 2
B 6 0 L	3 / 0 0
B 6 0 L	5 0 / 4 0