

(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2019-16571
(P2019-16571A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 1 M 10/44 P	5G503
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	5H030
HO 1 M 4/505 (2010.01)	HO 1 M 4/505	5H050
HO 1 M 4/525 (2010.01)	HO 1 M 4/525	5H125
HO 1 M 4/58 (2010.01)	HO 1 M 4/58	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 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)

(71) 出願人 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 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

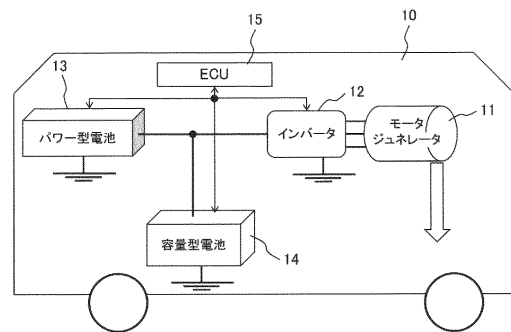
(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】第一の蓄電池と、第二の蓄電池と、を含む複合蓄電システムであって、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しう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しうる電圧の最小値以下である。

【選択図】 図1

図 1



【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し
 う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しうる
 電圧の最小値以下である、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しうる前記電圧の前記最大値は、 $(\text{前記第二の蓄電池の開回路電圧}) + (\text{前記第二の蓄電池への最大電流}) \times (\text{前記第二の蓄電池の内部抵抗})$ の値であり、
 前記第二の蓄電池が到達しうる前記電圧の前記最小値は、 $(\text{前記第二の蓄電池の開回路電圧}) - (\text{前記第二の蓄電池への最大電流}) \times (\text{前記第二の蓄電池の内部抵抗})$ の値である、複合蓄電システム。

10

【請求項 3】

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。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の複合蓄電システムにおいて、
 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 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項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 6】

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リレーを有し、
 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する、複合蓄電システム。

30

【請求項 7】

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。

40

【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 9】

請求項 7 記載の複合蓄電システムにおいて、

50

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。

10

【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】

20

【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。

30

【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しう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しうる電圧の最小値以下である。

40

【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、リレーの開閉を有する。

50

【発明の効果】

【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。

【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】

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。

【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。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

【0025】

【数 1】

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

【0026】

【数 2】

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

40

【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。

【0028】

50

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。

10

【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】

【数3】

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

【0032】

【数4】

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

20

【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。

30

【0035】

これに関して更に説明する。

【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。

40

【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】

50

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。

【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】

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(vs 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(vs Li^+/Li)であるという

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 5 3 】

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。

【 0 0 5 4 】

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。
そのため、例えば、正極に3元系のLiNiMnCoO₂(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(v
s Li⁺/Li)程度まで変化するという特徴を有している。

10

【 0 0 5 5 】

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。

20

【 0 0 5 6 】

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 】

【 0 0 5 7 】

図5は、実施例2の複合電池の構成を示したものである。

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

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。

30

【 0 0 6 0 】

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10
2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。

【 0 0 6 1 】

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10
2を交換することで、通常と同様の電池交換も可能である。

40

【 実施例 3 】

【 0 0 6 2 】

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。

【 0 0 6 3 】

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。

【 0 0 6 4 】

50

実施例 1 の上記式 (1) ~ (4) の関係が、容量型電池 2 0 2 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 2 0 3 によって安全性を確立している。このリレー 2 0 3 の開閉は、容量型電池 2 0 2 の SOC を元に、ECU 2 0 4 によって行う。このリレー 2 0 3 の開閉動作は、ECU 2 0 4 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。

【 0 0 6 5 】

つぎに、パワー型電池 2 0 1 及び容量型電池 2 0 2 の SOC - OCV 特性、並びに容量型電池 2 0 2 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。

【 0 0 6 6 】

図 7 は、図 6 の容量型電池 2 0 2 及びパワー型電池 2 0 1 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。

【 0 0 6 7 】

図 7 に示すように、図 1 の容量型電池 1 4 と異なり、図 6 の容量型電池 2 0 2 は、SOC に対して OCV の傾きが大きい区間を有する。

【 0 0 6 8 】

そのため、パワー型電池の 0 % から 1 0 0 % までの OCV 範囲 3 0 0 の範囲外に CCV_{max} と CCV_{min} が存在する。

【 0 0 6 9 】

この CCV_{max} が OCV_{pow} (1 0 0 %) よりも大きくなる区間は、SOC 範囲 3 0 1 では、パワー型電池が過充電となる危険性がある。

【 0 0 7 0 】

一方、走行が行われ、上記式 (3) 及び (4) を満たす SOC 範囲 3 0 2 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。

【 0 0 7 1 】

また、 CCV_{min} が OCV_{pow} (0 %) よりも小さくなる SOC 範囲 3 0 3 では、パワー型電池は過放電となる危険がある。

【 0 0 7 2 】

故に、図 6 のリレー 2 0 3 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。

【 0 0 7 3 】

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。

【 0 0 7 4 】

本図において、制御フローは、ステップ S 1 0 0 より開始する。ステップ S 1 0 0 は、キーオンに対応し、ECU 2 0 4 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。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 0 1 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 3 0 2 内である場合は、ステップ S 1 0 2 に進む。これに対して、SOC 範囲 3 0 2 内でない場合は、ステップ S 1 0 3 に進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 0 2 においては、ECU 2 0 4 からリレー 2 0 3 にリレー閉の信号を送り、リレー 2 0 3 を閉とする。リレー閉とした後は、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

一方、ステップ S 1 0 3 においては、リレー 2 0 3 を開として、ステップ S 1 0 4 に進む。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 4 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行走する。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 S 1 0 5 に進む。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 0 5 においては、キー OFF を判別する。キー OFF の場合はステップ S 1 0 6 へ進み、キー OFF でない場合はステップ S 1 0 1 に戻り、キー OFF となるまでステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 5 を繰り返し演算する。

10

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 0 6 においては、リレー 2 0 3 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 3 0 3 に到達しても、安全性を保つための制御である。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 0 6 においてリレー 2 0 3 を開とした後、制御を終了する（ステップ S 1 0 7 ）。

【 0 0 8 2 】

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。

20

【 0 0 8 3 】

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気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 1 0 0 % 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。

【 0 0 8 4 】

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 1 0 0 % 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。

30

【 実施例 4 】

【 0 0 8 5 】

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。

【 0 0 8 6 】

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

【 0 0 8 7 】

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。

40

【 0 0 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

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。

【 0 0 9 0 】

【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】

【数 8】

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

10

【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。

【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。

20

【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。

【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。

30

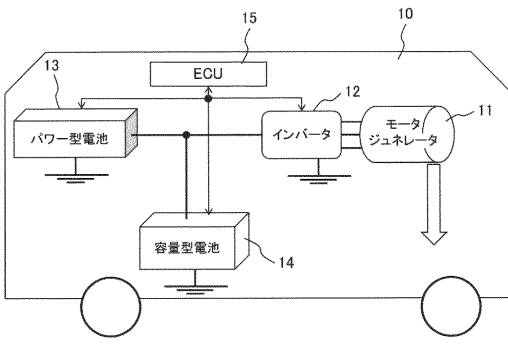
【符号の説明】

【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。

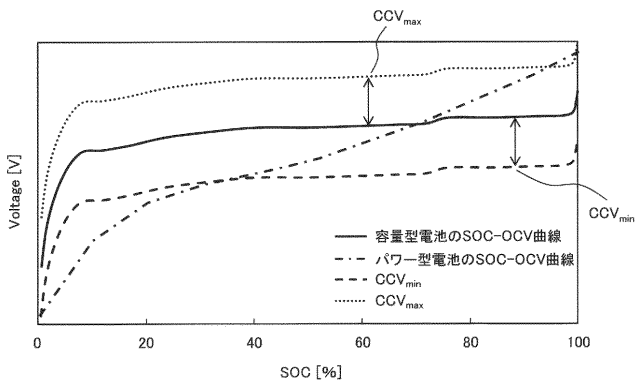
【図1】

図1



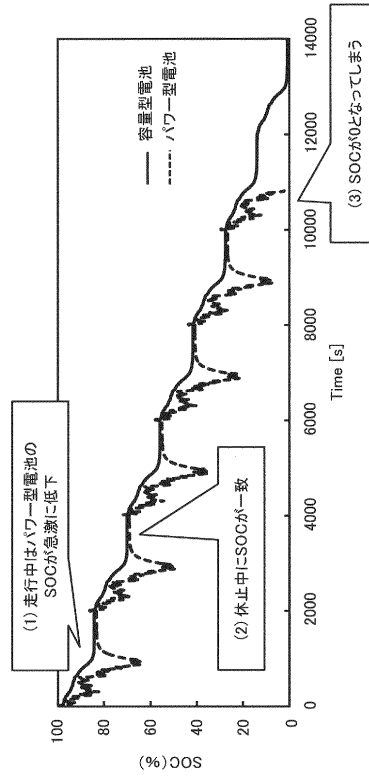
【図2】

図2



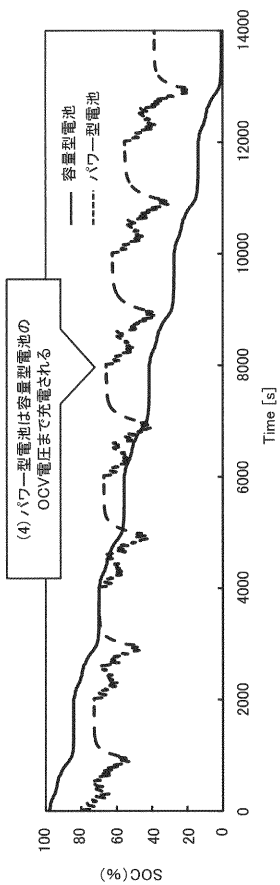
【図3】

図3



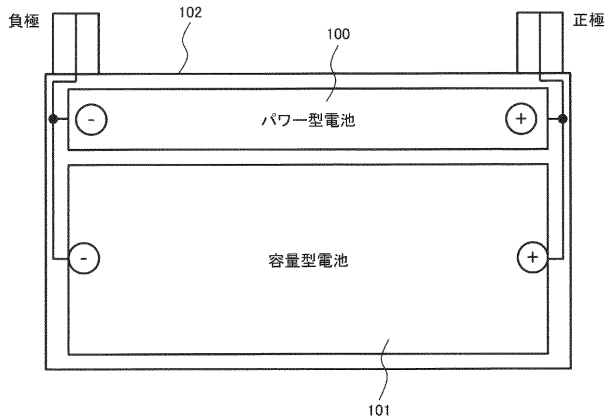
【図4】

図4

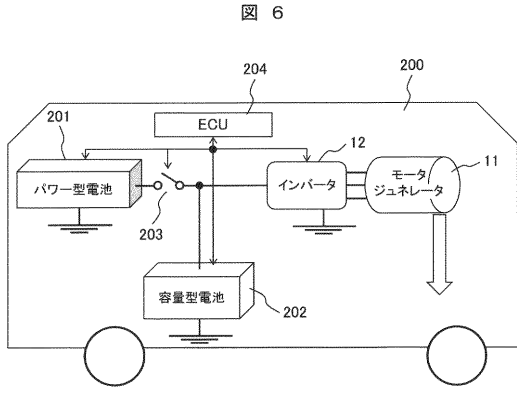


【図5】

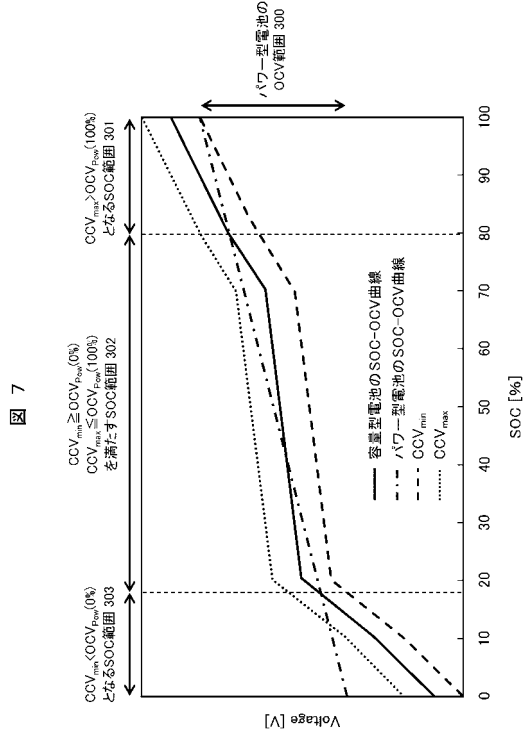
図5



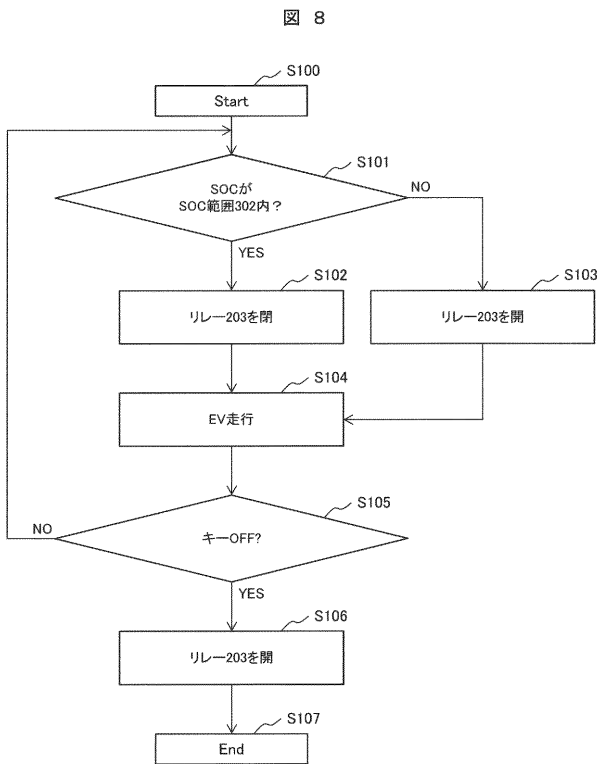
【図6】



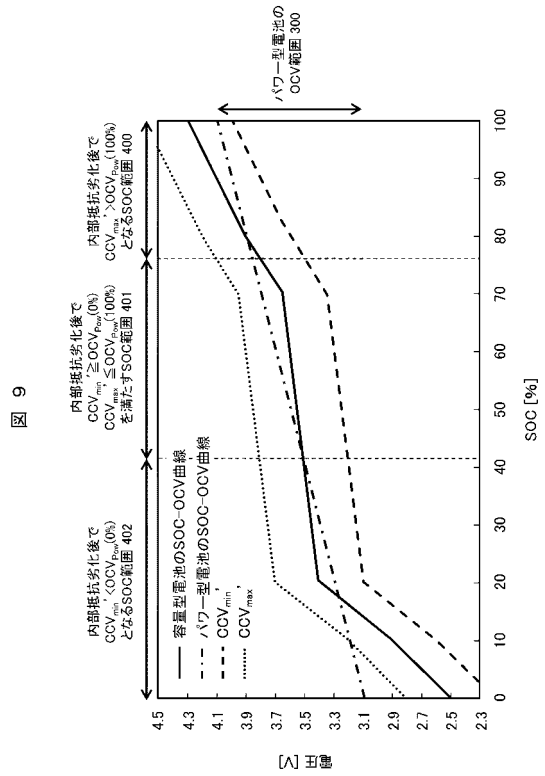
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
H 0 2 J 7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00	3 0 2 C	
H 0 2 J 7/02 (2016.01)	H 0 2 J	7/02	J	
B 6 0 L 3/00 (2019.01)	B 6 0 L	3/00	S	
<i>B 6 0 L 50/40 (2019.01)</i>	B 6 0 L	11/18	A	
<i>B 6 0 L 50/50 (2019.01)</i>				
<i>B 6 0 L 53/00 (2019.01)</i>				
<i>B 6 0 L 55/00 (2019.01)</i>				
<i>B 6 0 L 58/00 (2019.01)</i>				

Fターム(参考)	5G503	AA01	AA07	BA04	BB02	BB05	CA01	CA08	CA17	CB09	CB11
		CC02	DA08	DA13	EA05	EA06	EA08	FA06	GB06	GD04	
	5H030	AA03	AA04	AA06	AA10	AS06	AS08	BB10	BB21	FF22	FF42
		FF43	FF44								
	5H050	AA02	AA15	BA17	CA08	CA09	CA10	CB08	CB09	HA17	HA18
		HA19									
	5H125	AA01	AC12	AC14	BC09	BC12	BC28	EE23	EE27	EE29	EE30