

(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2018-182856

(P2018-182856A)

(43) 公開日 平成30年11月15日(2018.11.15)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
H02M	7/48	(2007.01)	H02M	7/48	ZHVM	5G503	
B60L	11/18	(2006.01)	B60L	11/18	A	5H125	
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00	S	5H770	
H02J	7/00	(2006.01)	H02J	7/00	302C		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2017-77249 (P2017-77249)
 (22) 出願日 平成29年4月10日 (2017.4.10)

(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 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (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 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

最終頁に続く

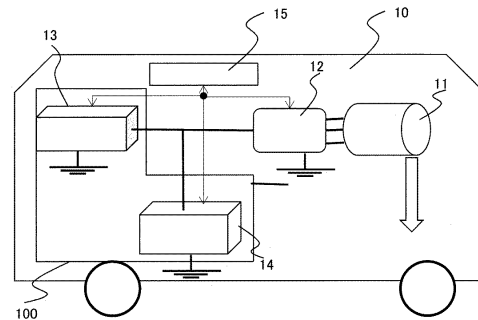
(54) 【発明の名称】 複合蓄電システム

(57) 【要約】

【課題】本発明は、電池の劣化を抑制することを目的とする。

【解決手段】パワー型電池と容量型電池とを有し、パワー型電池と容量型電池とが互いに直に並列接続され、パワー型電池と容量型電池とが電力変換器を介してモータに接続され、パワー型電池から電力変換器までの配線の抵抗値は、容量型電池から変換器までの配線の抵抗値よりも小さく、例えば、パワー型電池から前記電力変換器までの配線の長さは、前記容量型電池から前記変換器までの配線の長さよりも短い複合蓄電システム。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パワー型電池と容量型電池とを有し、
 前記パワー型電池と前記容量型電池とが互いに直に並列接続され、
 前記パワー型電池と前記容量型電池とが電力変換器を介してモータに接続され、
 前記パワー型電池から前記電力変換器までの配線の抵抗値は、前記容量型電池から前記変換器までの配線の抵抗値よりも小さい複合蓄電システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記パワー型電池から前記電力変換器までの配線の長さは、前記容量型電池から前記変換器までの配線の長さよりも短い複合蓄電システム。 10

【請求項 3】

請求項 1 において、
 前記パワー型電池から前記電力変換器までの配線の断面積は、前記容量型電池から前記変換器までの配線の断面積よりも大きい複合蓄電システム。

【請求項 4】

前記パワー型電池の電圧範囲と前記容量型電池の電圧範囲は、オーバーラップしている複合蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、複合蓄電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド車両や電気自動車等の電動車両には、充放電可能な二次電池が搭載されており、車両の仕様に応じて搭載される二次電池の容量や出力特性などの性能が決定される。近年、電動車両の性能をより向上、例えば、航続距離の増加や、出力トルクの増加等を可能にするために、一つの電動車両に二種類以上の電池を搭載する複合蓄電システムが提案されている。例えば、特許文献 1 には、出力特性に優れた高出力型組電池（以後、パワー型電池）と、高容量型組電池（以後、容量型電池）とを配置した車両が開示されている。さらに、このような電動車両で主として高容量型電池を用いる場合、特許文献 2 のように、容量型電池とインバータ等の電力変換器との間の送電線の長さを、パワー型電池と電力変換器の送電線の長さよりも短くし、送電損失を低減させて、より効率的な電力の授受が可能な電動車両、および、複合蓄電システムが開示されている。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2013 / 157049 号

【特許文献 2】特開 2016 - 220475 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 および 2 に記載の複合蓄電システムは、主として容量型電池を使用し、ドライバーからの出力要求や減速時の回生電力に対して容量型電池のみでは応えられない場合に、パワー型電池を使用することを想定している。このため、充放電による負荷が容量型電池に蓄積し、容量型電池の劣化が進む場合がある。

【0005】

本発明は、電池の劣化を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

上記課題を解決するための特徴は例えば以下のとおりである。

【0007】

パワー型電池と容量型電池とを有し、パワー型電池と容量型電池とが互いに直に並列接続され、パワー型電池と容量型電池とが電力変換器を介してモータに接続され、パワー型電池から電力変換器までの配線の抵抗値は、容量型電池から変換器までの配線の抵抗値よりも小さい複合蓄電システム。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、電気自動車の走行時に発生する放電および充電電流はパワー型電池に配分されるため、容量型電池の劣化が抑制される。上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態における複合蓄電システム並びにそれを搭載する電気自動車の構成を示す。

【図2】本発明の一実施形態における複合蓄電システムのパワー型電池と容量型電池の電圧範囲を示す。

【図3】本発明の一実施形態における複合蓄電システムの電気回路モデルを示す。

【図4】本発明における複合蓄電システムの電気回路モデルにおける、充放電電流に対する各電池の電流特性の一例を示す。

20

【図5】本発明における複合蓄電システムの電池容量と電池抵抗の関係図の一例を示す。

【図6】本発明における複合蓄電システムの構成の一例を示す。

【図7】本発明における複合蓄電システムの構成の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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。

30

【実施例1】

【0011】

図1は、本実施例である複合蓄電システム100並びにそれを搭載する電気自動車10の構成を示す。

【0012】

図1に示すように、電気自動車10は、パワー型電池13と、パワー型電池13に並列接続される容量型電池14を含む複合蓄電システム100を備える。以下では、パワー型電池13または容量型電池14を電池と称する場合がある、電気自動車10では、パワー型電池13および容量型電池14が併用されている。パワー型電池13と容量型電池14が直に並列接続されているため、電気自動車10の走行時の放電電流や回生時の充電電流は、両電池の抵抗の比により配分される。このため、主として容量型電池14を使用する場合に比べて負荷が低減し、電池の劣化の抑制に繋がる。さらに、パワー型電池13と容量型電池14とが直に並列接続されていることから、従来のような接続と断線を任意に制御するためのジャンクションボックスが不要となり、構造が簡素化できるため、複合蓄電システム100の低コスト化にも繋がる。

40

【0013】

電池の充放電に伴い、電池の電圧は変化するため、電気自動車10の稼働中に容量型電池14とパワー型電池13の電圧が大きく異なる場合が発生し得る。このような状態で容量型電池14とパワー型電池13を直に繋ぐことは困難である。従来技術の方法では、インバータ12の入力側には容量型電池14用とパワー型電池13用にそれぞれの入力端子

50

を設ける必要がある。このため、従来技術ではシステム構成が複雑になり、システムが高コスト化する懸念がある。本発明の一実施形態は、上記の課題を解決するものである。

【0014】

複合蓄電システム100は、電力変換装置であるインバータ12（電力変換器）を介して、モータジェネレータ11と接続される。本発明の実施形態では、パワー型電池13からインバータ12までの配線の抵抗値が、容量型電池14とインバータ12までの配線の抵抗値よりも小さくなるように配線する。具体的には、パワー型電池13からインバータ12までの配線の長さが、容量型電池14とインバータ12までの配線よりも短くなるように配線する。或いは、パワー型電池13からインバータ12までの配線の断面積が、容量型電池14とインバータ12までの配線よりも大きくなるように配線しても良い。なお、インバータ12、パワー型電池13、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および、容量型電池14からインバータ12へ直流電力が出力される。インバータ12は、パワー型電池13および容量型電池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。

【0016】

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。

20

【0017】

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。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される。なお、図1における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良い。

30

【0018】

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二十層キャパシタなどの蓄電装置（言わば、パワー型蓄電装置）を用いても良い。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。

【0019】

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は、電極材料などの構成が異なる。

40

【0020】

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。

図2は、本実施形態に関する複合蓄電システム100を構築する際に考慮すべきパワー型電池13および容量型電池14の電圧範囲、を示す。図2に示すように、パワー型電池13の直列接続の電圧範囲と容量型電池14の直列接続の電圧範囲は、オーバーラップする

50

ように構成する。この理由は、オーバーラップが無い場合は、電圧の高い電池から低い電池に常に充電電流が流れるため、複合蓄電システム 100 と機能することが難しいためである。使用可能範囲 (23) の電圧幅を、「上限値 (24) - 下限値 (25)」として、電力供給対象の電圧範囲や使用する電池の性能などを考慮しつつ、この電圧幅が大きくなるように、パワー型電池 13 および容量型電池 14 の直列数を決定する。

【0021】

加えて、パワー型電池 13 と容量型電池 14 は DCDC コンバータなどの電流制御素子を介さずに接続されており、充放電時の電流はパワー型電池 13 と容量型電池 14 の特性によって一意に決まるため、これらの電池は複合蓄電システム 100 が所望の特性を發揮するように最適に組み合わせる必要がある。その理由について図 3 を用いて説明する。

10

【0022】

図 3 は、パワー型電池 13 と容量型電池 14 が並列接続された状態をモデル化した図、本発明の一実施形態における複合蓄電システム 100 の電気回路モデルである。充放電による電池の電圧の変動をキャパシタ部で模擬し、電池の内部抵抗および電池からインバータ 12 まで配線抵抗を電気抵抗にて模擬した。パワー型電池 13 を基準として電気抵抗を R_1 、キャパシタ容量を C_1 とする。一方、容量型電池 14 はキャパシタ容量 $C_2 = mC_1$ 、 $R_2 = nR_1$ とする。初期の電池電圧即ち充電状態を $V(0)$ とし、パワー型電池 13 と容量型電池 14 の合計の電流を I とする。この時、電流 I が変化したときの電池の電圧は下記の式 (1) および式 (2) で表すことができる。

20

【0023】

【数 1】

$$V_1(t) = V_{C1}(0) - \frac{1}{C_1} \int_0^t i_1(t) dt - R_1 i_1(t) \dots \dots \text{式 (1)}$$

【0024】

【数 2】

$$V_2(t) = V_{C2}(0) - \frac{1}{C_2} \int_0^t i_2(t) dt - R_2 i_2(t) \dots \dots \text{式 (2)}$$

30

【0025】

さらに、上記の式を変形すると、パワー型電池 13 と容量型電池 14 のそれぞれの電流は以下の式 (3) および式 (4) で表すことができる。

【0026】

【数 3】

$$i_1(t) = \frac{I}{m+1} \left(1 + \frac{mn-1}{n+1} e^{\frac{-(m+1)}{m(n+1)C_1R_1}t} \right) \dots \dots \text{式 (3)}$$

【0027】

【数 4】

$$i_2(t) = \frac{I}{m+1} \left(m - \frac{mn-1}{n+1} e^{\frac{-(m+1)}{m(n+1)C_1R_1}t} \right) \dots \dots \text{式 (4)}$$

40

【0028】

式 (3) および式 (4) を元に、電流がステップ的に変化した場合のパワー型電池 13 と容量型電池 14 の応答、本発明における複合蓄電システム 100 の電気回路モデルにおける、充放電電流に対する各電池の電流特性の一例を図 4 に示す。電流が変化した直後の時刻 $t = 0$ では、パワー型電池 13 と容量型電池 14 の電流は抵抗の比に応じて配分され

50

、時間の経過につれて、パワー型電池 1 3 からの電流が低下し、容量型電池 1 4 の電流が大きくなる。図 4 から明らかなように、パワー型電池 1 3 が加速時や減速時における短時間の大きな電流変化を供給、吸収するためには、パワー型電池 1 3 と容量型電池 1 4 の抵抗比は出来るだけ大きくするのが良い。一般的に、パワー型電池 1 3 は出力特性を向上させる観点から、電池の抵抗値が小さくなるように作成されている。このため、同じ容量であれば、パワー型電池 1 3 は容量型電池 1 4 よりも抵抗が小さくなる。しかし、本実施例に関わる複合蓄電システム 1 0 0 は、短時間の大きな電流の変動をパワー型電池 1 3 で供給、吸収する観点から、パワー型電池 1 3 の容量は容量型電池 1 4 に比べて小さくなる。

【 0 0 2 9 】

図 5 に、本発明における複合蓄電システムの電池容量と電池抵抗の関係図の一例を示す。図 5 に容量が異なる場合のパワー型電池 1 3 と容量型電池 1 4 の抵抗値の違いの一例を示す。横軸は電池の容量、縦軸は抵抗の大きさを示す。図に示すように、パワー型電池 1 3 と容量型電池 1 4 は、一般的に容量が大きくなるほど抵抗が小さくなる傾向がある。さらに、パワー型電池 1 3 の抵抗は同じ容量であれば、容量型電池 1 4 の抵抗よりも小さい。しかし、図 5 の白丸の容量のパワー型電池 1 3 と、黒丸の容量の容量型電池 1 4 を用いて複合蓄電システムを構築した場合は、容量の違いにより容量型電池 1 4 とパワー型電池 1 3 の抵抗差は小さくなる。このような場合は、パワー型電池 1 3 を搭載しても、加速時や減速時の大きな電流変動をパワー型電池 1 3 で供給、吸収できない。以上から、複合蓄電システム 1 0 0 を構築する場合は、各電池の抵抗値だけでなく、配線も含めた抵抗値の低減が望ましい。

10

20

【 0 0 3 0 】

図 6 に、本実施例における複合蓄電システムの構成の一例を示す。上述のように、パワー型電池 1 3 と容量型電池 1 4 を互いに直に並列接続するシステムでは、パワー型電池 1 3 が短時間に大電流を充放電できるよう、パワー型電池 1 3 とインバータ 1 2 間の配線を容量型電池 1 4 とインバータ 1 2 間の配線よりも短くすることで、配線の抵抗を小さく出来る。

【 0 0 3 1 】

同じく、図 7 に、本実施例における複合蓄電システムの構成の別の一例を示す。この場合も、パワー型電池 1 3 とインバータ 1 2 間の配線を容量型電池 1 4 とインバータ 1 2 間の配線よりも断面積を大きくすることで、配線の抵抗を小さく出来、パワー型電池 1 3 が短時間に大電流を充放電することが可能となる。

30

【 0 0 3 2 】

なお、本実施形態の図 6 および図 7 では、パワー型電池 1 3 とインバータ 1 2 および容量型電池 1 4 とインバータ 1 2 間は既に回路が接続されていることを想定し、各電池とインバータ 1 2 間の接続、切断を切り替えられるスイッチまたはジャンクションボックスを記載していないが、各電池とインバータ 1 2 間にスイッチやジャンクションボックスがあっても良い。図 6 および図 7 を組み合わせた構成としてもよい。

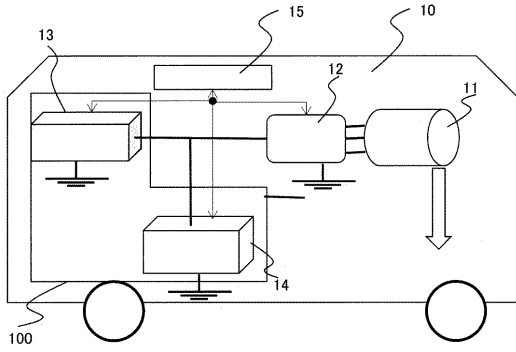
【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

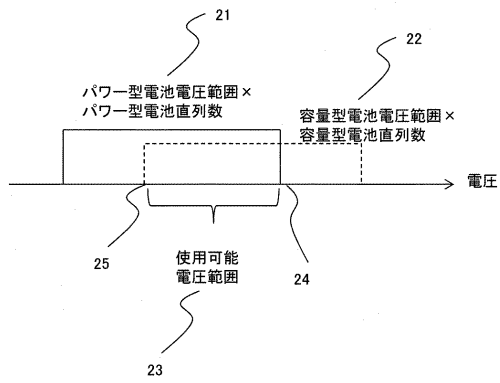
- 1 0 電気自動車
- 1 1 モータジェネレータ
- 1 2 インバータ、
- 1 3 パワー型電池
- 1 4 容量型電池
- 1 5 E C U
- 1 0 0 複合蓄電システム

40

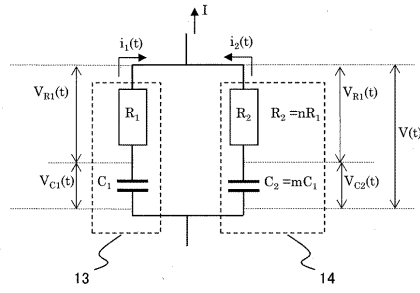
【図1】



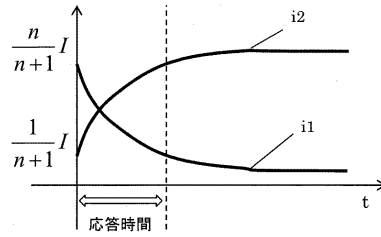
【図2】



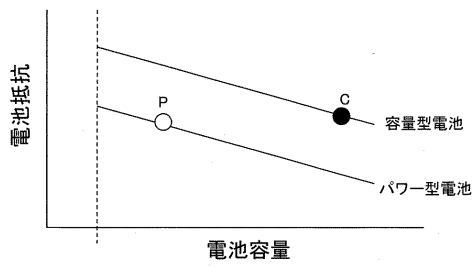
【図3】



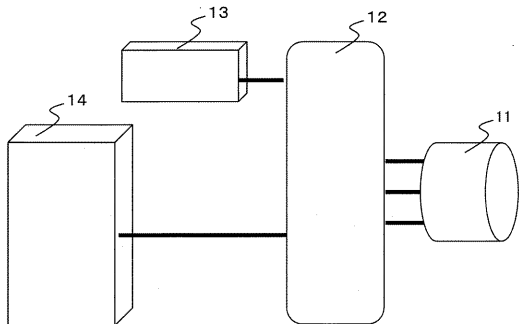
【図4】



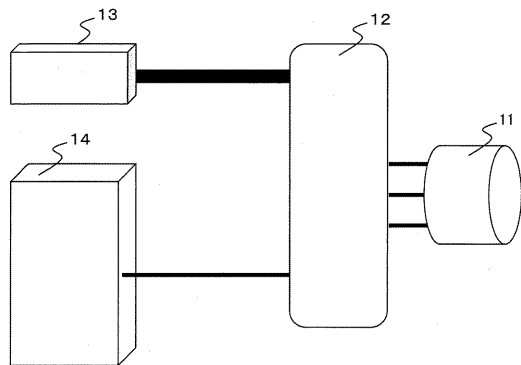
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 坪内 繁貴

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

Fターム(参考) 5G503 BA04 BB01 BB02 CA11 DA07 DA18 FA06

5H125 AA01 AC12 BC28

5H770 AA17 AA21 BA02 CA06 CA10 DA03 DA10 JA17W