

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6157880号
(P6157880)

(45) 発行日 平成29年7月5日 (2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日 (2017.6.16)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00 B
HO 2 J 7/02 (2016.01)	HO 2 J 7/00 3 O 2 C
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 2 J 7/02 F
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/44 A
	HO 1 M 10/48 P

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-42347 (P2013-42347)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成25年3月4日 (2013.3.4)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2014-171335 (P2014-171335A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年9月18日 (2014.9.18)	(74) 代理人	100081961
審査請求日	平成28年2月19日 (2016.2.19)		弁理士 木内 光春
		(72) 発明者	戸原 正博
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	鮫田 芳富
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	水谷 麻美
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数電池を有する二次電池システム及び充放電電力等の配分方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

個別に充放電制御可能な複数の電池と、該電池の各々に対応して接続され該電池に充放電を行う複数の充放電装置と、定周期または任意のタイミングでシステム全体としての充放電電力値又は電流値を前記充放電装置の各々に対して配分する電池コントローラとを備え、該電池コントローラは、前記電池の各々のSOCに関する劣化特性に基づいて各時点で前記複数の電池に優先順位付けを行う優先順位算出部と、該優先順位に従い前記充放電装置への充放電電力値又は電流値を配分する配分割合決定部と、各々の電池の前記劣化特性として、該電池の当該時点のSOCに対する劣化速度を基にした充電ニーズ特性により充電ニーズ値を算出する充電ニーズ値算出部と、を有することを特徴とする複数電池を有する二次電池システム

10

【請求項 2】

個別に充放電制御可能な複数の電池と、該電池の各々に対応して接続され該電池に充放電を行う複数の充放電装置と、定周期または任意のタイミングでシステム全体としての充放電電力値又は電流値を前記充放電装置の各々に対して配分する電池コントローラとを備え、該電池コントローラにより、前記電池の各々のSOCに関する劣化特性に基づいて各時点で前記複数の電池に優先順位付けを行い、該優先順位に従い前記充放電装置への充放電電力値又は電流値を配分し、各々の電池の前記劣化特性として、該電池の当該時点のSOCに対する劣化速度を基にした充電ニーズ特性を用いたことを特徴とする充放電電力等の配分方法。

20

【請求項 3】

各々の電池の前記劣化特性として、該電池の当該時点のSOC及び温度に対する劣化速度を基にした充電ニーズ特性を用いたことを特徴とする請求項2記載の充放電電力等の配分方法。

【請求項 4】

各々の電池の前記充電ニーズ特性として、該電池のSOCに対する劣化速度特性のSOCに関する微分値に比例した特性値を用いることを特徴とする請求項2又は3記載の充放電電力等の配分方法。

【請求項 5】

前記優先順位に従った各々の前記充放電装置への充放電電力値の配分において、前記電池及び前記充放電装置の充放電電力に対する効率特性を基にして前記各充放電装置への充放電電力値を配分することを特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の充放電電力等の配分方法。

10

【請求項 6】

前記優先順位に従った各々の前記充放電装置への充放電電力値の配分において、全電池の充放電可能最大電力値(MPP)の合計値が、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値より小さいか等しい場合は、全ての電池にその充放電可能最大電力値(MPP)を配分することを特徴とする請求項5記載の充放電電力等の配分方法。

【請求項 7】

前記優先順位に従った各々の前記充放電装置への充放電電力値の配分において、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が全電池の充放電可能最大電力値(MPP)の合計値より小さく、かつ全電池の最高効率点電力値(MEP)の合計値よりも大きい場合は、充放電可能な全電池にそのMEPを一旦配分し、未配分の余りを配分済み各電池に余力(MPP - MEP)の比で追加配分することを特徴とする請求項5又は6記載の充放電電力等の配分方法。

20

【請求項 8】

前記優先順位に従った各々の前記充放電装置への充放電電力値の配分において、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が全電池の最高効率点電力値(MEP)の合計値よりも小さい場合は、配分電力とMEPとの比が最も1に近くなる個数の充放電可能な電池に優先順位が高い順にMEPの比で配分することを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の充放電電力等の配分方法。

30

【請求項 9】

充放電電力の配分の結果、配分量がゼロである電池を充放電実施時より消費電力の少ない低消費電力モードにすることを特徴とする請求項2乃至5、及び8のいずれか1項に記載の充放電電力等の配分方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、個別に充放電制御可能な電池を複数有する二次電池システム及びその二次電池システムを用いた充放電電力または電流(以下、充放電電力等と記す)の配分方法に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

太陽光、風力等の自然エネルギーを利用した発電の変動抑制、電力需要の変動抑制やピークシフト等の用途に、二次電池による大規模な蓄電システムの利用が期待されている。こうした大規模な蓄電システムを構成するには、個別に充放電電力等を制御可能な電池(サブ電池システム:以下、単に「電池」と記す)を複数個組合せて利用するケースが増えることになる。このような複数の電池から構成されるシステムでは、蓄電システム全体に対する充放電電力等の指令値を構成要素である個別の電池にどのように配分するかが問題

50

となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-118790号公報

【特許文献2】特開2011-177025号公報

【特許文献3】特開2012-210039号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

個別に充放電制御可能であって、特に多種多様な種類からなる複数電池を有する二次電池システムにおいては、各電池に対する充放電電力配分を適切に行わないと、各電池の早期劣化や、システム全体の充放電エネルギー効率が低下してしまう。例えば、一般的な鉛蓄電池は低SOC(State of Charge: 残量)、リチウムイオン電池は高SOCでそれぞれ劣化が進みやすく、長期間滞在するSOC領域を適切に考慮しないと短寿命となる場合があった。

【0005】

また、システム全体の充放電電力が定格電力に対して極端に少ないような低負荷運転時には、充放電電力を全電池に均等に配分するとPCS(Power Conditioning System: 電力変換器)の低効率領域での運転となり、エネルギー効率の低下を招くことになってしまう。

20

【0006】

本発明の実施形態は、各電池の長寿命化やシステム全体の充放電(エネルギー)効率向上に寄与することができる、複数電池を有する二次電池システム及びその二次電池システムを用いた充放電電力等の配分方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的を達成するため、本発明の実施形態に係る複数電池を有する二次電池システムは、個別に充放電制御可能な複数の電池と、該電池の各々に対応して接続され該電池に充放電を行う複数の充放電装置と、定周期または任意のタイミングでシステム全体としての充放電電力値又は電流値を前記充放電装置の各々に対して配分する電池コントローラとを備え、該電池コントローラは、前記電池の各々のSOCに関する劣化特性に基づいて各時点で前記複数の電池に優先順位付けを行う優先順位算出部と、該優先順位に従い前記充放電装置への充放電電力値又は電流値を配分する配分割合決定部と、を有することを特徴とする。

30

【0008】

また、本発明の実施形態に係る充放電電力等の配分方法は、個別に充放電制御可能な複数の電池と、該電池の各々に対応して接続され該電池に充放電を行う複数の充放電装置と、定周期または任意のタイミングでシステム全体としての充放電電力値又は電流値を前記充放電装置の各々に対して配分する電池コントローラとを備え、該電池コントローラにより、前記電池の各々のSOCに関する劣化特性に基づいて各時点で前記複数の電池に優先順位付けを行い、該優先順位に従い前記充放電装置への充放電電力値又は電流値を配分することを特徴とする。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態に係る二次電池システムの構成を示す概略図である。

【図2】本実施形態の電池コントローラの詳細な構成を示すブロック図である。

【図3】充電ニーズ特性を求める方法を説明するグラフであり、(a)はSOCと劣化速度との関係、(b)はSOCと充電ニーズとの関係である。

【図4】特定の種類の電池についてのSOCと充電ニーズとの関係を示すグラフであり、

50

(a) は種類 A の電池 (リチウムイオン電池) の場合、(b) は種類 B の電池 (鉛蓄電池) の場合である。

【図 5】特定の種類の電池 (P C S を含む) についての定格電力比で表した充放電電力値と充放電効率との関係を示すグラフであり、(a) は種類 A の電池の場合、(b) は種類 B の電池の場合である。

【図 6】配分する電力の範囲を説明するグラフである。

【図 7】最高効率点を定格電力比で 6 7 % とした場合の 3 種の配分方法の例を示す図である。

【図 8】最高効率点を定格電力比で 4 0 % とした場合の 3 種の配分方法の例を示す図である。

10

【図 9】本実施形態の二次電池システムによる充放電電力の配分方法を示すフローチャートである。

【図 1 0】充電ニーズ特性を利用した劣化抑制効果を説明するグラフである。

【図 1 1】充放電効率特性を利用した高充放電効率化を説明するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 1 1 】

(二次電池システムの構成)

図 1 に、本発明の一実施形態に係る二次電池システムの構成を示す。

20

本二次電池システム 1 0 は、各電池に対して充放電電力の配分を行う電池コントローラ 1 と、各電池に接続されて該電池の放充電を行う複数 (例えば 3 0 個) の P C S 2 - 1 ~ 2 - 3 0 と、該 P C S 2 - 1 ~ 2 - 3 0 と 1 : 1 に対応して設けられた充放電可能な複数 (例えば 3 0 個) の電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 と、を備えている。この二次電池システム 1 0 においては、多種多様な電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 が、それぞれ対応した P C S 2 - 1 ~ 2 - 3 0 の D C 側に接続されるとともに、P C S 2 - 1 ~ 2 - 3 0 の A C 側が全て並列接続されて電力系統 4 に連系接続されている。また、P C S 2 - 1 ~ 2 - 3 0 は、全て電池コントローラ 1 に接続される。

【 0 0 1 2 】

(電池コントローラ 1 の構成)

30

図 2 に、電池コントローラ 1 の詳細な構成を示す。

電池コントローラ 1 は、S O C データ保存部 1 1 と、充電ニーズ特性保存部 1 2 と、充放電効率特性保存部 1 3 と、充電ニーズ値算出部 1 4 と、優先順位算出部 1 5 と、配分割合決定部 1 6 とを備えている。電池コントローラ 1 は、これらの要素によって、定周期毎 (例えば 1 分毎) に、配分先の電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 への優先順位を決定し、この優先順位に従った充放電電力の配分を決定する。

【 0 0 1 3 】

(S O C データ保存部 1 1)

S O C データ保存部 1 1 は、任意の時点での各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の S O C (State of Charge : 残量) のデータ及びその時点での温度のデータを取得して、保存する。

40

【 0 0 1 4 】

(充電ニーズ特性保存部 1 2)

充電ニーズ特性保存部 1 2 は、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 について以下で説明する S O C 、温度の各値に対する充電ニーズ特性のデータをテーブル形式等として保存する。

【 0 0 1 5 】

充電ニーズ特性は、劣化抑制・長寿命化の目的に利用される特性であり、対象とする電池を極力劣化させないための充電必要性の程度を表す。この充電ニーズ特性は、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の S O C と温度の各値に対する劣化速度特性に基づく特性値であり、あらかじめ各種条件での加速寿命試験等を行い、その結果得られた劣化速度特性を元に作成しておく。電池の劣化要因としてカレンダ劣化と充放電サイクル劣化があるが、本特性はカ

50

レンド劣化に対応している。充電ニーズ特性は、現状のSOCより高SOC側で劣化速度が低下する場合にはプラスの値となり、現状のSOCより低SOC側で劣化速度が低下する場合にはマイナスの値となる。即ち、ある温度における充電ニーズ特性カーブは、当該温度における劣化速度カーブの微分値の符号を反転した特性と類似した特性になる。

【0016】

各電池の充電ニーズ特性を求める具体的な一つの方法は、図3(a)に示すように、当該電池のカレンダー劣化試験結果をもとにしてSOCと劣化速度(例えば単位時間当たりの容量低減率)とのグラフを作成し、これをSOCに関して微分して符号反転したものをを用いることである。なぜなら、SOCに関する劣化速度の微分値が正の場合、SOCが増加するほど劣化が速くなるため、充電ニーズ特性は負(放電した方が望ましい)であり、SOCに関する劣化速度の微分値が負の場合、SOCが増加するほど劣化が遅くなるため、充電ニーズ特性は正(充電した方が望ましい)だからである。上記手法を考慮して求めた、SOCと充電ニーズとの関係について図3(b)に示す。

【0017】

さらに、特定の種類の電池についてのSOCと充電ニーズとの関係を図4に示す。一般的なリチウムイオン電池の場合、高SOC側で劣化しやすいため、充電ニーズ特性は、図4(a)に示すように高SOC側にいくほどマイナス側に振れる(即ち、この領域に入らないようになるべく充電しない旨の)特性となる。また、低SOC側も劣化面では必ずしも良くないため、充電ニーズ特性は図4(a)のように、低SOC側がプラス側に振れる(この領域から抜け出すべく充電する旨の)特性となる。

【0018】

これに対して、一般的な鉛蓄電池の場合、満充電状態で劣化が最も少なく低SOC側にいくほど劣化速度が大きくなるため、充電ニーズ特性は図4(b)に示すように、ほとんど全SOC領域でプラス側にあり、特に低SOC側で大きな値となる。また、鉛蓄電池については劣化面のみを考慮すると常に満充電が望ましい(即ち、充電ニーズ特性はSOC100%でゼロとなる)。しかし、電池の本来の設置目的である充放電の予備力を確保するためには、満充電状態では充電受入不可のため、図4(b)に示すように、特性カーブのSOC100%近傍はマイナス側の値として、望ましい待機状態は満充電より若干少なめのSOC位置としている。

【0019】

(充放電効率特性保存部13)

充放電効率特性保存部13は、各電池3-1~3-30について以下で説明するあらかじめ効率特性試験を行い、その結果得られた充放電効率特性を保存する。

【0020】

充放電効率特性は、損失低減・効率向上の目的に利用される。

図5に、特定の種類の電池についての定格電力比で表した充放電電力値と充放電効率との関係を示す。充放電効率は、各電池3-1~3-30とそれに対応したPCS2-1~2-30との組について充放電エネルギー効率、即ち充電したエネルギー(Wh)のうちどれだけが放電で取り出せるかの比率を示すものである。

【0021】

図5(a)、(b)共に、定格電力比における0%と100%の間の中間領域のどこかに最高効率点電力値(MEP: Maximum Efficiency Point)が存在する。その理由は、高出力領域では電池の内部抵抗含めた抵抗分によるジュール損が電流の二乗に比例して増加すること、他方、低出力領域では制御回路等の自己消費電力分の影響が相対的に増加することによる。

【0022】

(充電ニーズ値算出部14)

充電ニーズ値算出部14は、各電池3-1~3-30について、充電ニーズ特性保存部12からその固有の充電ニーズ特性を取得し、SOCデータ保存部11から当該時点のSOCのデータを取得して、充電ニーズ値を算出する。

【 0 0 2 3 】

(優先順位算出部 1 5)

優先順位算出部 1 5 は、電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の優先順位付けにおいて、電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の種類毎に予め規定された SOC に対する「充電ニーズ特性」値を利用する。即ち、優先順位算出部 1 5 は、システム全体としての充放電電力値 $P_{total}(tn)$ が充電側の場合には当該時点の各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充電ニーズ値が高いものから順に優先順位を付与し、システム全体としての充放電電力値が放電側の場合には当該時点の各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充電ニーズ値が低いものから順に優先順位を付与する。

【 0 0 2 4 】

(配分割合決定手法)

配分先の電池に対して優先順位が決まった後は、当該順位に従って各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 に配分する電力値を決める必要がある。配分割合決定方法としては、図 6 の定格電力比と充放電効率との関係を示すグラフにおいて、最大値である最高効率点電力値 (MEP) を基準とし、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 に配分する電力値を、図 6 に示した MEP から MPP (Maximum Power Point : 充放電可能最大電力値) の間の値とする手法がある。

【 0 0 2 5 】

この手法では、システム全体としての充放電指令値が各電池の MEP の合計値より大きい場合は、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 に対して、MEP から MPP の間の値を配分することができる。他方、システム全体としての充放電指令値が各電池の MEP の合計値より小さい場合は、充放電指令値を配分しきる最後の電池への配分量が MEP を下回り、かつこの最後の配分量を最後から一つ前の配分済み電池への追加配分ができないときには、そのまま最後の 1 つの電池のみが MEP を下回った配分値となる。しかし、これでは効率的に最善の手法とは言えない。

【 0 0 2 6 】

この点について、図 7 を用いて具体的に説明する。図 7 において、10 kW 定格の電池 3 個に 11 kW の指令値を配分する場合について、3 つの配分ケースを比較する。ここで、充電ニーズ値 (NOC) によって 3 つの電池が、電池 1 , 電池 2 , 電池 3 の順に優先順位が付けられているものとする。また、各電池の損失内訳について、待機電力分を P_0 とし、電流二乗比例分を $k \times P^2$ とする。さらに、各電池の最高効率点電力を定格電力比で 67 % と仮定する。

【 0 0 2 7 】

また、配分方法として、ケース (A) では、電池 1 に MEP 相当の 6.7 kW (67 %) を配分、電池 2 に残りの 4.3 kW (43 %) を配分する。ケース (B) では、電池 1 に MPP 相当の 10 kW (100 %) を配分、電池 2 に残りの 1 kW (10 %) を配分する。ケース (C) では、電池 1 に 5.5 kW (55 %)、電池 2 に 5.5 kW (55 %) と等配分する。これらの 3 つのケースについて損失量を計算した結果を表 1 に示す。

【表 1】

損失	(A)	(B)	(C)
待機電力分	$2P_0$	$2P_0$	$2P_0$
電流二乗比例分	$k \times 0.45P^2$ $+k \times 0.185P^2$	$k \times P^2$ $+k \times 0.01P^2$	$k \times 0.30P^2$ $+k \times 0.30P^2$
合計	$2P_0 + 0.635 \cdot k \cdot P^2$	$2P_0 + 1.01 \cdot k \cdot P^2$	$2P_0 + 0.60 \cdot k \cdot P^2$

【 0 0 2 8 】

即ち、同じ 2 個の電池に配分する場合では、ケース (C) が最も損失が少なく、効率が高いことが分かる。これは、損失の内訳に電流二乗比があるため、定格電力比でみたときの均等配分がもっとも損失が小さくなることによるものと考えられる。

【 0 0 2 9 】

(配分割合決定部 1 6)

10

20

30

40

50

上記で説明した方法を考慮した配分割合決定部 16 における配分割合決定方法を表 2 に示す。

【表 2】

条件	配分
$\Sigma MPP \leq \text{充放電電力指令値}$	充放電可能な全電池にその MPP 相当分を配分する (不等号条件の場合は指令値を配分しきれない)
$\Sigma MEP \leq \text{充放電電力指令値} < \Sigma MPP$	充放電可能な全電池にその MEP を一旦配分し、 未配分の余りを配分済み各電池に余力 ($MPP - MEP$) の比で追加配分する
充放電電力指令値 $< \Sigma MEP$	充放電可能な優先順位上位 n 個の電池に MEP の比で配分する ※nを可変したときに、効率が最も高くなる(配分電力と MEP との比が 1 に近くなる) n を採用する

10

【0030】

即ち、配分割合決定部 16 は、全電池 3 - 1 ~ 3 - 30 の充放電可能最大電力値 (MPP) の合計値と、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値とを比較し、後者が前者より大きい場合、全ての電池 3 - 1 ~ 3 - 30 にその充放電可能最大電力値 (MPP) を配分する。なお、後者が前者より大きい場合は、指令値を配分しきれないことになる。

【0031】

また、配分割合決定部 16 は、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が全電池 3 - 1 ~ 3 - 30 の充放電可能最大電力値 (MPP) の合計値より小さく、かつ全電池 3 - 1 ~ 3 - 30 の最高効率点電力値 (MEP) の合計値よりも大きい場合は、充放電可能な全電池にその MEP を一旦配分し、未配分の余りを配分済み各電池に余力 ($MPP - MEP$) の比で追加配分する。

20

【0032】

さらに、配分割合決定部 16 は、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が全電池 3 - 1 ~ 3 - 30 の最高効率点電力値 (MEP) の合計値よりも小さい場合は、充放電可能な優先順位の上位 n 個の電池に MEP の比で配分する。ここで、個数の n については、配分電力と MEP との比が最も 1 に近くなり、最も効率が高くなる n を採用する。

30

【0033】

この点について、図 8 を用いて具体的に説明する。当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が全電池 3 - 1 ~ 3 - 30 の最高効率点電力値 (MEP) の合計値よりも小さい場合は、システムとしての充放電電力に余力があるため、配分先の電池の数を絞ることが可能である。図 8 に、例として、1 個に配分したケース (A)、2 個に配分したケース (B)、3 個に配分したケース (C) を示したが、配分先が複数個の場合 MEP に比例した配分としている。最高効率となる配分法は、配分量が MEP に近いケース (B)、(C) のいずれかと考えられる。厳密には表 1 に示したように、両者の効率を計算して決めることになるが、効率特性は一般に MEP 付近の傾きは小さいため、どちらのケースを採用しても大きな差はないと考えられる。よって、最も簡単な対応策としては、各電池に MEP

40

【0034】

以上の処理によって、電池劣化速度が大きな SOC 領域への長期間滞在の回避と、低負荷運転時の効率低下回避の両者の達成が可能となる。

【0035】

(作用)

本実施形態の二次電池システム 10 による充放電電力配分方法を図 9 に従って説明する。

50

【 0 0 3 6 】

先ず、電池コントローラ 1 の充電ニーズ値算出部 1 4 は、全ての電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 について、充電ニーズ特性保存部 1 2 からその固有の充電ニーズ特性データ (S O C の各値に対する特性値) を取得し、 S O C データ保存部 1 1 から当該時点の S O C を取得して、充電ニーズ値を算出する (ステップ S 1 1) 。次に、優先順位算出部 1 5 は、充電ニーズ値算出部 1 4 から充電ニーズ値を取得し、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値が充電方向の場合は充電ニーズ値の大きな電池から、また、放電方向の場合は充電ニーズ値の小さな電池から、順に優先順位付けを行う (ステップ S 1 2) 。

【 0 0 3 7 】

次に、配分割合決定部 1 6 は、充放電効率特性保存部 1 3 から取得した、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 について充放電効率特性に基づいて、全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充放電可能最大電力値 (M P P) の合計値と、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値とを比較する (ステップ S 1 3) 。後者が前者より大きい場合 (ステップ S 1 3 で Y e s) は、全ての電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 にその充放電可能最大電力値 (M P P) を配分し (ステップ S 1 4) 、終了する。

【 0 0 3 8 】

一方、全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充放電可能最大電力値 (M P P) の合計値が当該時点のシステム全体の充放電電力指令値より大きい場合 (ステップ S 1 3 で N o) は、配分割合決定部 1 6 は、充放電効率特性保存部 1 3 から取得した、各電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 について充放電効率特性に基づいて、全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の最高効率点電力値 (M E P) の合計値と、当該時点のシステム全体の充放電電力指令値とを比較する (ステップ S 1 5) 。後者が前者より大きい場合 (ステップ S 1 5 で Y e s) は、全ての電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 にその最高効率点電力値 (M E P) を一旦配分し、残りを各電池の余力 (M P P - M E P) の比で配分し (ステップ S 1 6) 、終了する。

【 0 0 3 9 】

他方、全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の最高効率点電力値 (M E P) の合計値が当該時点のシステム全体の充放電電力指令値より大きい場合 (ステップ S 1 5 で N o) は、配分割合決定部 1 6 は、優先順に各電池の M E P を配分し (ステップ S 1 7) 、最後の配分先電池の優先順位を n とする (ステップ S 1 8) 。

【 0 0 4 0 】

さらに、配分割合決定部 1 6 は、n 番目の電池の配分量が M E P の半分よりも小さく、かつ 1 ~ (n - 1) 番電池に上乘せ可能かどうかを判定する (ステップ S 1 9) 。上記の条件を満たす場合 (ステップ S 1 9 で Y e s) は、n 番目電池の配分量を、(n - 1) 個の配分済電池に、各電池の余力 (M P P - M E P) の比で追加配分して移す (ステップ S 2 0) 。これに対して、上記の条件を満たさない場合 (ステップ S 1 9 で N o) は、1 ~ n 番の電池に対して充放電指令値を各電池の M E P の比で配分し直す (ステップ S 2 1) 。上記ステップ S 2 0 又はステップ S 2 1 が終了後、配分電力がゼロの電池 (P C S を含む) を低消費電力モードに移行させて (ステップ S 2 2) 、終了する。

【 0 0 4 1 】

(効果)

以下、本実施形態による効果について、充電ニーズ特性を利用した劣化抑制効果と、充放電効率特性を利用した高充放電効率化とに分けて説明する。

【 0 0 4 2 】

(充電ニーズ特性を利用した劣化抑制効果)

本実施形態の電池コントローラ 1 の配分割合決定部 1 6 は、システム全体が充電方向にあるとき、充電ニーズが高い電池に優先して充電電力を配分する。即ち、図 1 0 に示すように、充電ニーズカーブの高い位置にある電池が低い方へ移動するので、全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充電ニーズ値が揃う方向に作用する。他方、システム全体が放電方向にあるとき、充電ニーズが低い電池に優先して放電電力を配分する。即ち、充電ニーズカーブの低い位置にある電池が高い方へ移動するので全電池 3 - 1 ~ 3 - 3 0 の充電ニーズ値が揃う

10

20

30

40

50

方向に作用する。

【 0 0 4 3 】

このような作用の結果、システム全体としてのSOCが変動するとき、図10に示したように水平方向の点線が上下し、それに応じて各電池3-1~3-30のSOC位置は点線と当該電池の充電ニーズカーブの交点位置として移動する。即ち、全電池3-1~3-30の充電ニーズ値、即ちグラフの縦軸方向の高さ位置が揃うように移動することになる。

【 0 0 4 4 】

従って、各電池3-1~3-30の充電ニーズ特性を個別に設定することによって、システム全体としての各SOCポイントに対する個々の電池のあるべきSOC位置(SOC分布)を指定することが可能となる。例えば、図10の例では電池Bは低SOC領域で劣化が速い特性であるため、図示したような充電ニーズカーブとなる。これによって、システムとしての高SOC状態のときにはほぼ満充電状態の位置にあり、システムとしての低SOC状態のときでも電池Aよりも常に比較的高いSOCの状態を保つことが可能となる。

10

【 0 0 4 5 】

以上述べた動作により、電池3-1~3-30における各電池のSOCに対する劣化速度特性を考慮して、劣化が速いSOC領域への滞在時間を極力避ける運用が実現できる。

【 0 0 4 6 】

(充放電効率特性を利用した高充放電効率化)

20

次に、充放電効率特性を利用した各電池3-1~3-30への充放電電力配分による損失低減、即ち高充放電効率化について説明する。

【 0 0 4 7 】

図11に示すように、例えば、3つの電池(電池1、電池2、電池3)からなるシステムに対して、ある時点のシステム全体の充放電電力指令値が1つの電池だけで対応可能な程度の値である場合(即ち、低負荷運転時)、例えば3つの電池に均等に電力を配分するといずれの電池も低効率な条件での運用となる(図11の点線I)。

【 0 0 4 8 】

これに対し、前述の劣化抑制観点から定めた優先順位順に極力最高効率点電力で配分すると、少数の電池のみにほぼ最高効率点(P_{emax})電力で配分することになる一方(図11の電池1の点線II)、残りの配分電力ゼロ(点線III)の電池群(電池2、電池3)は低消費電力の待機モードに移行等し、システム全体の自己消費電力を低減することができる。

30

【 0 0 4 9 】

従って、全電池3-1~3-30への均等配分より高い充放電効率、即ち、低損失を実現できる。

【 0 0 5 0 】

(他の実施形態)

(1) 上記の実施形態では、充電ニーズ特性はSOCに対する2次元グラフで表現される特性としたが(図4及び図10参照)、一般に電池の劣化にはSOCだけでなく温度も大きく影響する。このため、充電ニーズ特性はSOCと温度の両パラメータに対応した3次元グラフで表現することもできる。但し、この場合においても任意の時点における温度は一義的に決まるため、当該温度に対応した2次元グラフの充電ニーズ特性値を使うことで図9に示した配分方法と同様の処理を行うことができる。

40

【 0 0 5 1 】

(2) 本実施形態で対象とする複数の電池としては多様な電池が使用できる。種類もリチウムイオン電池の他、ニッケル水素電池、鉛蓄電池などに限定されず、更に各電池の容量(Wh)や出力(W)も揃っている必要はない。

【 0 0 5 2 】

(3) 各電池が、例えば低温環境下にある等、場合によっては定格電力までの充放電が不

50

可能な状況も想定される。このような場合には、実施形態で説明した「定格電力」を「充放電可能最大電力」とすることで、上記実施形態で説明した配分方法をそのまま適用することができる。この際、「最高効率点電力」を「充放電可能な範囲での最高効率点」とする。

【 0 0 5 3 】

(4) 上記の実施形態では、充放電電力の配分方法について説明したが、充放電電力の代わりに、電流値を用いることもできる。

【 0 0 5 4 】

(5) 図 1 0 では電池の数が 2 つの場合における充電ニーズ特性を利用した劣化抑制効果を説明し、図 1 1 では電池の数が 3 つの場合における充放電効率特性を利用した高充放電効率化について説明したが、電池の数は任意であり、電池数を増やしても同様の効果が得られることは明らかである。

10

【 0 0 5 5 】

(6) 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

20

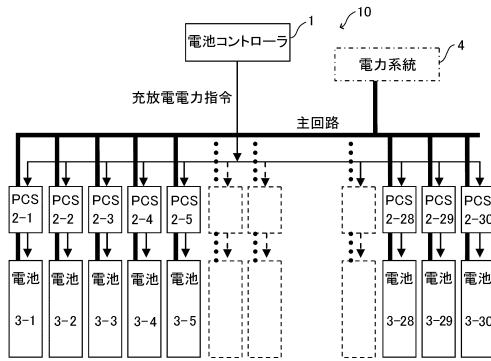
【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

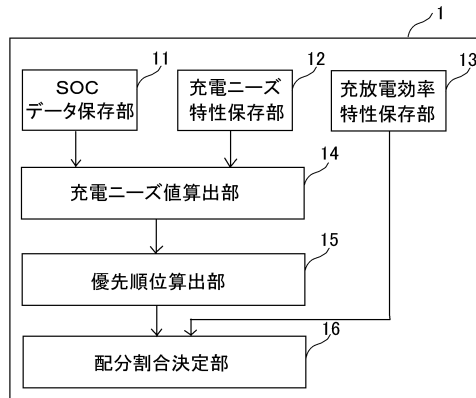
- 1 ... 電池コントローラ
- 2 - 1 ~ 2 - 3 0 ... P C S (充放電装置)
- 3 - 1 ~ 3 - 3 0 ... 電池
- 4 ... 電力系統
- 1 0 ... 二次電池システム
- 1 1 ... S O C データ保存部
- 1 2 ... 充電ニーズ特性保存部
- 1 3 ... 充放電効率特性保存部
- 1 4 ... 充電ニーズ値算出部
- 1 5 ... 優先順位算出部
- 1 6 ... 配分割合決定部

30

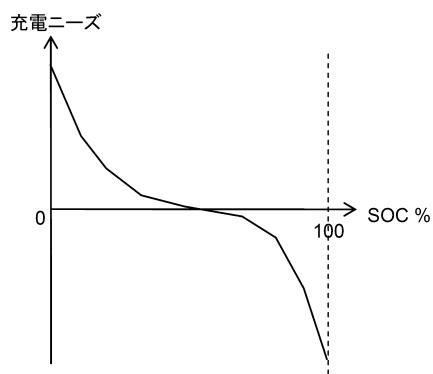
【図 1】



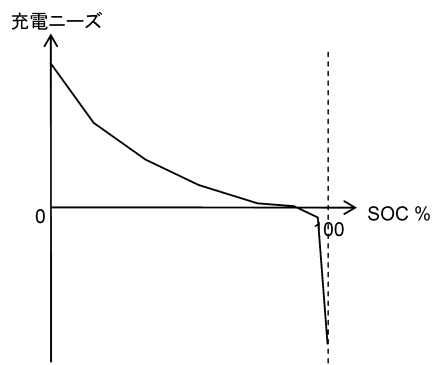
【図 2】



【図 4】

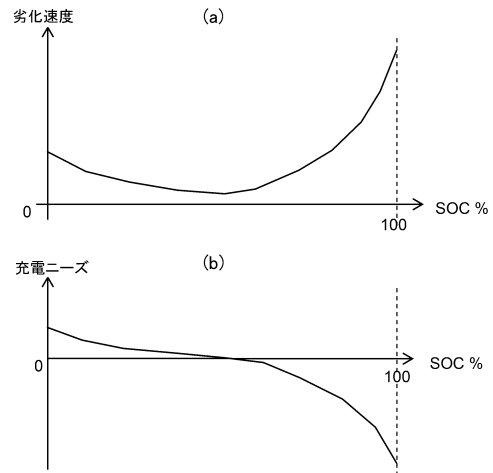


(a) 電池(種類A)の特性例

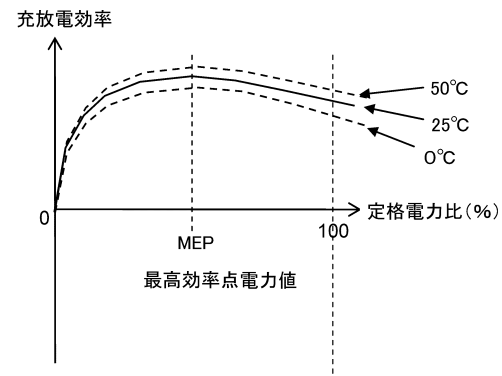


(b) 電池(種類B)の特性例

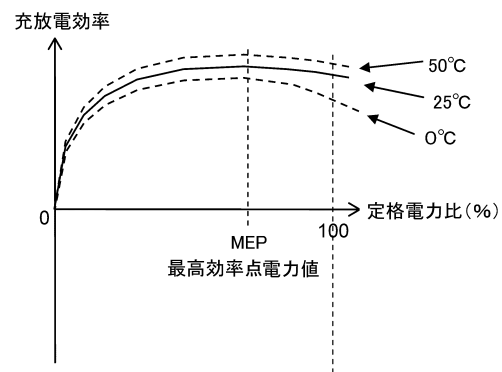
【図 3】



【図 5】

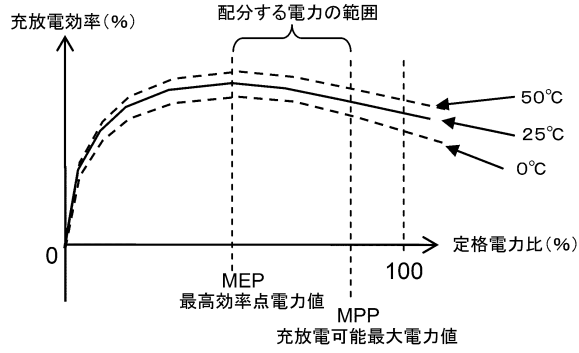


(a) 電池(種類A)の特性例

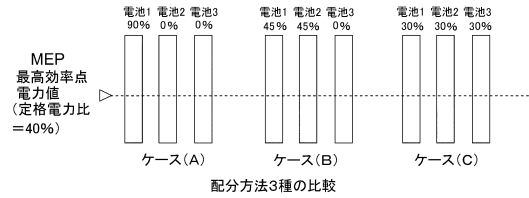


(b) 電池(種類B)の特性例

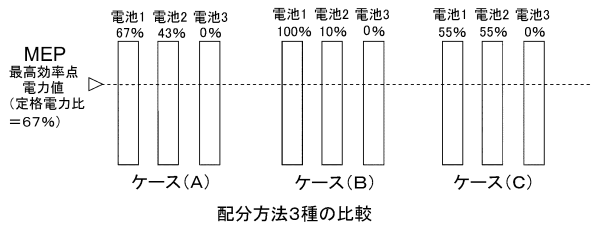
【図 6】



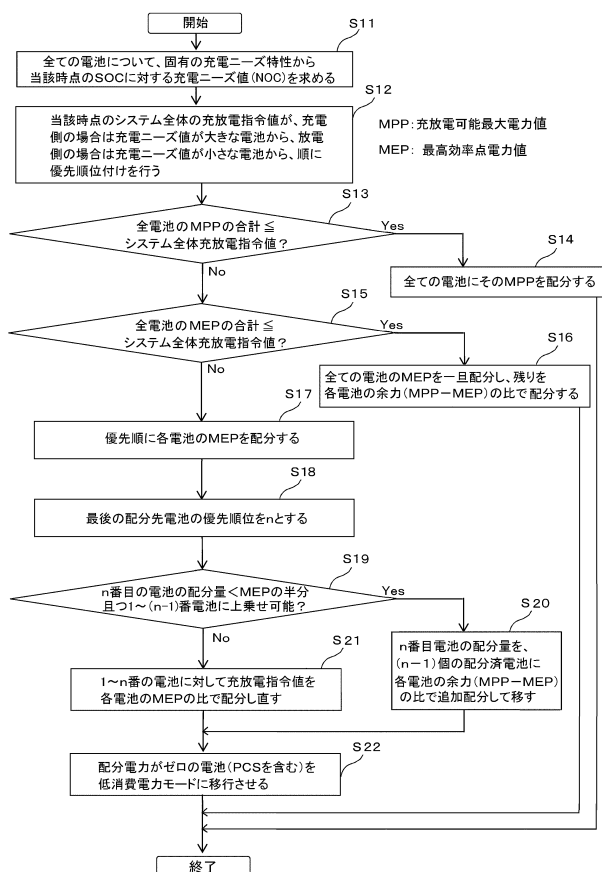
【図 8】



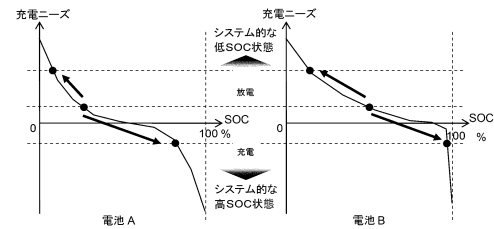
【図 7】



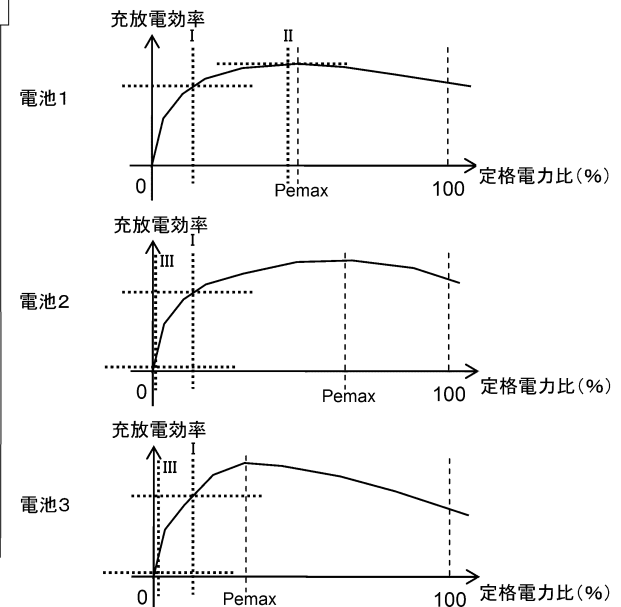
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 保
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 竹下 翔平

(56)参考文献 国際公開第2013/014930(WO, A1)
特開2001-045673(JP, A)
特開2008-182810(JP, A)
国際公開第2011/016273(WO, A1)
国際公開第2012/176868(WO, A1)
特開2014-017982(JP, A)
特開2012-249484(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 10/42 - 10/48
H02J 3/00 - 7/12
7/34 - 7/36