

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7378921号  
(P7378921)

(45)発行日 令和5年11月14日(2023.11.14)

(24)登録日 令和5年11月6日(2023.11.6)

(51)国際特許分類

H 01 M	10/48 (2006.01)	H 01 M	10/48	P
H 01 M	10/44 (2006.01)	H 01 M	10/44	P
H 02 J	7/00 (2006.01)	H 02 J	7/00	B
G 01 R	31/392 (2019.01)	H 02 J	7/00	Q
		G 01 R	31/392	

F I

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号 特願2018-197681(P2018-197681)  
 (22)出願日 平成30年10月19日(2018.10.19)  
 (65)公開番号 特開2020-64828(P2020-64828A)  
 (43)公開日 令和2年4月23日(2020.4.23)  
 審査請求日 令和3年10月18日(2021.10.18)  
 前置審査

(73)特許権者 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号  
 (74)代理人 100112737  
 弁理士 藤田 考晴  
 100136168  
 弁理士 川上 美紀  
 100172524  
 弁理士 長田 大輔  
 八杉 明  
 (72)発明者 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目  
 3番1号 三菱日立パワーシステムズ株  
 式会社内  
 審査官 早川 卓哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 二次電池管理システム、及びその二次電池管理方法並びに二次電池管理プログラム、二次電池システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定部と、  
 前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量  
 に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定部と、

前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる  
 前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出部と、  
 を備え、

前記定電流充電期間の経過後、前記算出部が算出した前記目標充電率まで前記二次電池の  
 充電を行う二次電池管理システム。

## 【請求項2】

前記推定部は、現在の状態における前記二次電池の前記定電流充電期間に変化した充電率の変化量である充電率変化率と、初期状態における前記二次電池の前記定電流充電期間に変化した初期充電率変化率との比に基づいて、前記二次電池における前記劣化度を推定する請求項1に記載の二次電池管理システム。

## 【請求項3】

前記定電流充電期間は、前記二次電池における充電率の計測に係るサンプリング周期に基づいて、計測誤差が予め設定した上限値未満となるように設定される請求項1又は2に記載の二次電池管理システム。

## 【請求項4】

算出部は、前記目標充電率が予め設定した充電率許容範囲内でない場合に、警告通知を行う請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の二次電池管理システム。

【請求項 5】

前記二次電池の充電率が基準充電率となった場合に、前記二次電池に対する定電流充電を開始させる充電制御部を備える請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の二次電池管理システム。

【請求項 6】

二次電池と、  
前記二次電池に流通する充放電電流量を制御する充放電装置と、  
請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の二次電池管理システムと、  
を備える二次電池システム。

10

【請求項 7】

目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定工程と、  
前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定工程と、  
前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出工程と、  
を有し、

前記定電流充電期間の経過後、前記算出工程で算出した前記目標充電率まで前記二次電池の充電を行う二次電池管理方法。

20

【請求項 8】

目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定処理と、  
前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定処理と、  
前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出処理と、  
をコンピュータに実行させ、  
前記定電流充電期間の経過後、前記算出処理で算出した前記目標充電率まで前記二次電池の充電を行う二次電池管理プログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次電池管理システム、及びその二次電池管理方法並びに二次電池管理プログラム、二次電池システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

火力発電プラントが連系する電力系統には、グリッドの安定化のために二次電池が設けられているものがある。二次電池は、例えば運用範囲 (S O C 上限値及び S O C 下限値) 内となるように充放電制御が行われている。

40

【0003】

例えば特許文献 1 では、S O H ( S t a t e o f H e a l t h ) を推定し、S O H により S O C を上限値及び下限値内に設定することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2016 - 195495 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

二次電池は、必要な時に余裕を持って放電することが可能なように、充電率が高い状態

50

で待機される場合が多い。しかしながら、二次電池は、充電率が高い状態で長期間維持されると劣化が進行し易くなる傾向にあり、必要以上に充電率の高い状態が維持されることは好ましくない。

#### 【0006】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、劣化度を考慮することで精度よく二次電池の目標充電率を適切に設定することのできる二次電池管理システム、及びその二次電池管理方法並びに二次電池管理プログラム、二次電池システム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】

本発明の第1態様は、目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定部と、前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定部と、前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出部と、を備え、前記定電流充電期間の経過後、前記算出部が算出した前記目標充電率まで前記二次電池の充電を行う二次電池管理システムである。

10

#### 【0008】

上記のような構成によれば、充電期間の間に実施される定電流充電期間における二次電池の充電率の変化量に基づいて二次電池の現状態での劣化度を都度に推定することとしたため、二次電池の劣化度をより正確に推定することが可能となる。そして、目標電力量に基づいて設定した仮目標充電率を劣化度により補正して二次電池の目標充電率を決定するため、劣化による充電容量不足分を考慮して、目標電力量に対してより確実に二次電池に蓄電することが可能となる。

20

#### 【0009】

また、現状態での劣化度を考慮して二次電池の目標充電率を適切に設定できるため、二次電池の充電率が必要以上に高い状態で維持されることを防止し、電池寿命の低下を抑制することができる。

#### 【0010】

上記二次電池管理システムにおいて、前記推定部は、現在の状態における前記二次電池の前記定電流充電期間に変化した充電率の変化量である充電率変化率と、初期状態における前記二次電池の前記定電流充電期間に変化した初期充電率変化率との比に基づいて、前記二次電池における前記劣化度を推定することとしてもよい。

30

#### 【0011】

上記のような構成によれば、二次電池における現状態での充電率変化率と初期充電率変化率との比によって劣化度を推定するため、容易に劣化度を推定することができる。なお、二次電池の初期充電率変化率とは、二次電池が初期状態（劣化前の状態、例えば試運転調整時など）である場合において確認してある、所定の定電流充電期間に変化した二次電池の充電率の変化量である。

#### 【0012】

上記二次電池管理システムにおいて、前記定電流充電期間は、前記二次電池における充電率の計測に係るサンプリング周期に基づいて、計測誤差が予め設定した上限値未満となるように設定されることとしてもよい。

40

#### 【0013】

上記のような構成によれば、サンプリング周期に基づいて定電流充電期間を設定することで、計測誤差が予め設定した上限値未満となるような定電流充電期間を設定することができ、二次電池の劣化度をより正確に推定することができる。なお、充電率の計測に係るサンプリング周期に対して、劣化度を推定するための定電流充電期間が短すぎると、計測誤差が大きくなってしまう可能性がある。

#### 【0014】

上記二次電池管理システムにおいて、算出部は、前記目標充電率が予め設定した充電率

50

許容範囲内でない場合に、警告通知を行うこととしてもよい。

【0015】

上記のような構成によれば、充電率許容範囲内でない目標充電率を用いて二次電池を充電すると安全運用できない可能性があるため、警告通知を行うことで安全性を向上させることができる。

【0016】

上記二次電池管理システムにおいて、前記二次電池の充電率が基準充電率となった場合に、前記二次電池に対する定電流充電を開始させる充電制御部を備えることとしてもよい。

【0017】

上記のような構成によれば、充電率が基準充電率となった場合に定電流充電を開始させたため、定電流充電を開始するための二次電池の充電率を統一化することができる。すなわち、劣化度を推定するための定電流充電期間における二次電池の状態を同じ条件のもとで実施できるよう適正化することができ、より正確に劣化度を推定することができる。

【0018】

本発明の第2態様は、二次電池と、前記二次電池に流通する充放電電流量を制御する充放電装置と、上記の二次電池管理システムと、を備える二次電池システムである。

【0019】

本発明の第3態様は、目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定工程と、前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定工程と、前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出工程と、を有し、前記定電流充電期間の経過後、前記算出工程で算出した前記目標充電率まで前記二次電池の充電を行う二次電池管理方法である。

【0020】

本発明の第4態様は、目標電力量に基づいて二次電池の仮目標充電率を設定する設定処理と、前記二次電池における所定の定電流充電期間に変化した前記二次電池の充電率の変化量に基づいて、現状態の前記二次電池の劣化度を推定する推定処理と、前記劣化度により前記仮目標充電率を補正し、充電後の蓄電量が前記目標電力量となる前記二次電池の充電後の目標充電率を算出する算出処理と、をコンピュータに実行させ、前記定電流充電期間の経過後、前記算出処理で算出した前記目標充電率まで前記二次電池の充電を行う二次電池管理プログラムである。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、劣化度を考慮して二次電池の目標充電率を適切に設定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る二次電池システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る二次電池管理システムが備える機能を示した機能プロック図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る二次電池管理システムにおける二次電池の充電状態の時間経過を示した図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る二次電池管理システムにおける充放電装置の効率と二次電池の充電率との関係を示した図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る二次電池管理システムにおける定電流充電期間と誤差の関係を例示したグラフである。

【図6】本発明の一実施形態に係る二次電池管理システムによる目標充電率算出処理のフローチャートを示した図である。

【図7】二次電池の劣化比と維持期間との関係を例示した図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

## 【0023】

以下に、本発明に係る二次電池管理システム、及びその二次電池管理方法並びに二次電池管理プログラム、二次電池システムの一実施形態について、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る二次電池管理システム4を備えた二次電池システム1の概略構成を示す図である。図1に示すように、本実施形態に係る二次電池システム1は、二次電池2と、充放電装置3と、二次電池管理システム4と、を主な構成として備えている。二次電池システム1は、電力系統5と電力消費設備6に接続している。

## 【0024】

二次電池2は、電力の蓄電及び放電が可能な装置である。例えば、二次電池2は、所望の電圧及び容量となるように、複数の単位二次電池が組み合わされて構成されている。なお、二次電池2は、1つの単位二次電池によって構成されてもよい。二次電池2は、例えば、リチウムイオン二次電池、鉛二次電池、ニッケル水素二次電池、NaS(ナトリウム硫黄電池)等を用いて構成される。

10

## 【0025】

充放電装置3は、二次電池2に流通する充放電電流量を制御する。具体的には、充放電装置3は、二次電池2の充電率が、後述する二次電池管理システム4において設定された二次電池2の目標充電率に近づくように二次電池2の充放電制御を行う。なお、充放電装置3には、二次電池2の開放端電圧を計測する電圧計が接続されているものとする。

## 【0026】

充放電装置3は、電力系統5及び二次電池2と接続されており、電力を流通させる。電力系統5とは、例えば発電設備と需要家との間を結ぶ送配電網であり、三相交流の電力が流通している。このため、充放電装置3は、二次電池2を充電する場合、三相交流を直流へ変換することにより電力系統5から二次電池2へ電力を流通させる。また、充放電装置3は、二次電池2を放電する場合、直流を三相交流へ変換することにより二次電池2から電力消費設備6又は電力系統5へ電力を流通させる。

20

## 【0027】

二次電池2の充電率(SOC: State Of Charge)とは、完全充電された状態に対する残容量(二次電池2に充電されている電力量)の割合である。このため、例えば、残容量が0であれば、充電率は0%となり、残容量が満充電状態であれば、充電率は100%となる。二次電池2の充電率は、二次電池2の開放端電圧(OCV開放状態(出力電流が零)での出力電圧)と相関関係を有しており、例えばSOC-OCV特性として表されるものがある。このため、予め二次電池2の特性としてSOC-OCV特性等の相関関係を取得しておくことで、現在の二次電池2の開放端電圧から、現在の二次電池2の充電率を推定することができる。

30

## 【0028】

充放電装置3は、二次電池2の開放端電圧が、目標充電率(後述のSOCtemp、及びSOCt)に対応した開放端電圧となるように、二次電池2を充電する。なお、二次電池2の充電率を推定できれば、開放端電圧に限らず適用することが可能である。

## 【0029】

また、充放電装置3は、二次電池管理システム4から二次電池2を目標充電率まで充電する指令が入力された場合に、二次電池2を充電するが、少なくとも一部の時間は定電流充電を実施する。ここで説明する定電流充電とは、事前に設定した所定の一定の電流値を供給することにより二次電池2を充電する充電方法である。

40

## 【0030】

二次電池管理システム4は、二次電池2の充放電を制御する。具体的には、二次電池管理システム4は、充放電装置3を制御することによって二次電池2の充放電を制御し、二次電池2の充電状態を管理する。特に、本実施形態での二次電池管理システム4は、二次電池2の劣化度を考慮して二次電池2の目標充電率を設定する。

## 【0031】

二次電池2は、劣化が進行すると充電可能容量が低下する。このため、劣化が進行した

50

二次電池 2 をある充電率（後述の  $SOC_{temp}$ ）に充電した場合における蓄電量は、劣化が進行していない二次電池 2 を該充電率に充電した場合における蓄電量よりも小さくなる。このため、劣化の影響を考慮しないと二次電池 2 の蓄電量が少なくなってしまい、放電に必要な電気量を蓄電できない可能性がある。このため、二次電池管理システム 4 では、二次電池 2 の劣化度を考慮して目標充電率を設定することで、不足や過剰になることなくより確実に必要な電気量を二次電池 2 に蓄電する。

#### 【 0 0 3 2 】

二次電池管理システム 4 は、例えば、図示しない CPU（中央演算装置）、RAM（Random Access Memory）等のメモリ、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体等から構成されている。後述の各種機能を実現するための一連の処理の過程は、プログラムの形式で記録媒体等に記録されており、このプログラムを CPU が RAM 等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、後述の各種機能が実現される。なお、プログラムは、ROM やその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等である。

10

#### 【 0 0 3 3 】

図 2 は、二次電池管理システム 4 が備える機能を示した機能ブロック図である。図 2 に示されるように、二次電池管理システム 4 は、設定部 21 と、充電制御部 22 と、推定部 23 と、算出部 24 と、を備えている。

20

#### 【 0 0 3 4 】

設定部 21 は、二次電池システム 1 から供給する目標電力量に基づいて二次電池 2 の仮目標充電率（後述の  $SOC_{temp}$ ）を設定する。目標電力量とは、次の充電までの間の放電期間において必要とされる電力量である。すなわち、目標電力量を充放電装置 3 の効率を考慮して二次電池 2 に蓄電することにより、次の充電までの間の放電期間に必要なときに二次電池 2 から放電として取り出されて電力需要に利用される。目標電力量は、二次電池システム 1 が適用される電力消費設備 6 等における次の充電までの間の放電期間（例えば、翌日）の運用計画等によって予定されているものである。例えば、火力発電プラント等に適用される場合、目標電力量は、火力発電プラントが連系する電力系統 5 内での全体合計した電力消費設備 6 の電力変動予定に対して、翌日の昼間に発生する急激な変動を抑制するための電力量として設定される。また、電力消費設備 6 として工場等に適用される場合、目標電力量は、工場等の運用計画等に対して、昼間のピークカットを行うための電力として設定される。なお、目標電力量については、次の充電までの間の放電期間に予定されており、蓄電を要する電力量が特定できれば設定方法は限定されない。

30

#### 【 0 0 3 5 】

設定部 21 は、設定された目標電力量に基づいて、該目標電力量を二次電池 2 に蓄電するための仮目標充電率（後述の  $SOC_{temp}$ ）を算出する。仮目標充電率は、二次電池 2 が初期状態、もしくは二次電池 2 の充電可能容量が低下していない状態で、目標電力量が二次電池 2 に蓄電された場合における二次電池 2 の充電率である。実際の目標充電率（後述の  $SOC_t$ ）は仮目標充電率に対して、後述する算出部 24 において劣化度に基づいて補正される。

40

#### 【 0 0 3 6 】

充電制御部 22 は、二次電池 2 の充電率が初期設定してある所定の基準充電率となった場合に、二次電池 2 に対する定電流充電を開始させる。図 3 は、本実施形態の一例として二次電池 2 の充電状態の時間経過を示した図である。なお、図 3 は、時刻  $t_1$  において二次電池 2 の充電率が基準充電率となっている場合を例示している。図 3 に示すように、時刻  $t_1$  において定電流充電が開始されている。充電制御部 22 は、定電流充電の開始指令を充放電装置 3 に対して出力する。なお、本実施形態において、充電制御部 22 は、二次電池 2 の充電率が初期設定してある所定の基準充電率となった場合に定電流充電を開始す

50

ることとしているが、充電率が基準充電率とならなくても、例えば現状の充電率のままの場合であっても、定電流充電を開始することとしてもよい。

#### 【0037】

ここで、充放電装置3の効率は、二次電池2の充電率（出力電圧）に応じて変化する。図4は、充放電装置3の効率と二次電池2の充電率との関係を示した図である。図4は、縦軸に充放電装置3の効率（%）を示し、横軸に充放電装置3の出力（%）を示している。そして、図4には、パラメータとして二次電池2のSOC（充電率による出力電圧）毎に特性が示されている。なお、二次電池2のSOCのパラメータは、 $SOC_1 < SOC_2 < SOC_3 < SOC_4$ の関係とする。このように充放電装置3は、主として充放電装置3内にある回路の熱損失により効率の低下が発生し、二次電池2のSOCに応じて効率の良い充放電装置3の出力範囲が存在する。このため、充電制御部22は、二次電池システム1の運用状況に合せて、充放電装置3の効率が高くなるように定電流充電における所定の一定電流値を事前に設定してあり、この所定の一定電流値により定電流充電を実行させる。

#### 【0038】

具体的には、図4によれば、二次電池2の充電率が $SOC_2$ の場合、充放電装置3の出力が定格の半分程度で効率が最大となる。 $SOC_2$ とは、本実施形態では例えば $SOC$ が30%である。このため、 $SOC_2$ を基準充電量として、二次電池2の充電率が基準充電率となった場合に、二次電池2に対する定電流充電を開始させる。このようにすることでき、充放電装置3の効率を向上させつつ、定電流充電を実行させることができる。また、本実施形態では所定の基準充電率を例えば $30\% \pm 5\%$ に設定して、劣化度を推定するための定電流充電期間における二次電池の状態を同じ条件のもとで実施できるよう、充電開始条件を管理している。定電流充電を開始する前に二次電池2の充電率が基準充電率となっていない場合には、二次電池システム1の運用による充電又は放電によって二次電池2の充電率が基準充電率となった場合に定電流充電を開始することとしてもよいし、二次電池2を積極的に充放電を行うように制御して充電率が基準充電率となった場合に定電流充電を開始することとしてもよい。

#### 【0039】

なお、図4によれば、 $SOC$ が $SOC_1$ の場合が充放電装置3の出力が定格の半分以下で最も充放電装置3の効率が高くなる傾向にある。しかしながら、二次電池2の充電率が30%に満たない低い状態（運用下限値に近い状態）での運用となり、二次電池2の過放電による劣化や必要な蓄電容量を確保する設備容量から好ましくない。また、 $SOC$ が $SOC_4$ の場合は、充放電装置3の効率は全体に低い傾向にあり、更には充電率が高い状態（運用上限値に近い状態）での運用となり、二次電池2の過充電による劣化の危惧もあることからも好ましくない。

#### 【0040】

充電制御部22は、基準充電率から予め設定した定電流充電期間において定電流充電を行う。定電流充電期間とは、定電流充電を行う所定の期間であって、図3における $T$ （終了時刻 $t_2$  - 開始時刻 $t_1$ ）である。定電流充電期間は、後述する推定部23において現状態での劣化度を推定するための期間（劣化推定期間）である。ここで、劣化度を精度高く推定するためには、定電流充電期間を適切に設定する必要がある。定電流充電期間には、二次電池2の充電率が所定のサンプリング周期で計測している。このため、サンプリング周期に対して定電流充電期間を短くしすぎると、計測誤差が大きくなる可能性がある。図5は、サンプリング周期を1秒とした場合における定電流充電期間と計測対象の誤差の関係を例示したグラフである。例えば、サンプリング周期を1秒とした場合、最大 $\pm 1$ 秒、すなわち2秒のサンプリング誤差が生じることを考慮すると、計測する充電率の誤差量を仮に0.5%以内とするためには、定電流充電期間を2秒 $\div$ 0.5%で算出して400秒以上とする必要がある。

#### 【0041】

一方で、定電流充電期間を長くすると、劣化度の推定前に二次電池2の充電率が仮目標充電率に到達してしまう場合が発生する。このため、定電流充電期間は、5分から10分

10

20

30

40

50

程度の間から選定することが適切である。すなわち、定電流充電期間は、二次電池2における充電率の計測に係るサンプリング周期に基づいて、計測誤差が予め設定した上限値未満となるように設定される。また、定電流充電期間は、サンプリング周期に基づいて、計測誤差が予め設定した上限値となるように設定することで、定電流充電期間を最小期間とすることができる。

【0042】

充電制御部22は、定電流充電期間を経過した後も定電流充電を行い、後述する算出部24によって算出された目標充電率まで充電を行う。なお、定電流充電期間を経過した後については、目標充電率まで定電流充電を行わないこととしてもよい。例えば、二次電池システム1の運用において、放電開始時間までの充電時間に余裕が少ない場合は、定電流充電期間後は、電流量を増加させ、急速に充電させることで、充電完了までの時間を短くしてもよい。

10

【0043】

推定部23は、二次電池2における所定の一定電流値（例えば図4をもとに事前に設定したもの）で所定の定電流充電期間（例えば図5をもとに事前に設定したもの）に変化した二次電池2の充電率の変化量に基づいて、二次電池2の現状態での劣化度を推定する。具体的には、推定部23は、定電流充電期間に変化した二次電池2の充電率の変化量である現状態での充電率変化率と、初期状態における二次電池2の初期充電率変化率との比に基づいて、二次電池2における現状態での劣化度を推定する。ここで初期充電率変化率とは、二次電池2が初期状態（二次電池が劣化前の使用開始状態）である場合において確認を行った、所定の定電流充電期間に変化した二次電池2の充電率の変化量である。初期充電率変化率は、例えば試運転調整時などで確認しておくことができる。

20

【0044】

二次電池2は、劣化すると、充電率変化率が変化する。具体的には、二次電池2が劣化するほど、定電流充電期間に変化した二次電池2の充電率の変化量が増加する傾向にある。例えば、二次電池2は、劣化するほど蓄電容量が低下するため、蓄電容量が低下した二次電池2と蓄電容量が低下していない二次電池2を同じ電流値で充放電時間を比較すると、蓄電容量が低下した二次電池2は早く設定した充電率に到達してしまい、早く放電を終了する。このため、現状態での充電率変化率によって二次電池2の劣化の度合を評価することができる。

30

【0045】

そこで、推定部23は、定電流充電期間  $t$  に変化した二次電池2の現状態での充電率の変化量  $SOC$  である現状態での充電率変化率  $Dd$  を以下の（1）式によって算出する。

【0046】

【数1】

$$Dd = \frac{\Delta SOC}{\Delta t} \quad (1)$$

【0047】

ここで、推定部23には、初期状態における二次電池2の初期充電率変化率が予め設定されている。初期状態とは、二次電池2において劣化が生じていない使用開始の状態であり、初期充電率変化率は、例えば、二次電池2の製造時や、試験時等において予め計測されて設定されているものとする。すなわち、初期充電率変化率  $Ddi$  は、以下の（2）式によって算出され、予め設定されている。

40

【0048】

【数2】

$$Ddi = \frac{\Delta SOCi}{\Delta t} \quad (2)$$

50

## 【0049】

ここで、 $SOC_i$  は、初期状態における二次電池 2 の初期の充電率の変化量である。

## 【0050】

そして、推定部 23 は、現状態での充電率変化率  $Dd$  と、初期充電率変化率  $Ddi$  に基づいて、二次電池 2 の劣化度を推定する。具体的には、劣化度  $Dp$  は、以下の(3)式により算出される。

## 【0051】

## 【数3】

$$Dp = \frac{Dd}{Ddi} \quad (3)$$

10

## 【0052】

(3)式のように、初期充電率変化率  $Ddi$  に対する現状態での充電率変化率  $Dd$  の比を算出することによって、初期状態に対する充電率変化率の変化を定量的に表し、劣化度とすることができる。二次電池 2 が劣化すると、充電率変化率は増加する。すなわち、(3)式における劣化度は、劣化が発生している場合には 1 以上の値となる。また、劣化が発生していない場合には、初期充電率変化率  $Ddi$  と現状態での充電率変化率  $Dd$  とが等しくなり、劣化度  $Dp = 1$  となる。

## 【0053】

20

推定部 23 は、このようにして二次電池 2 の劣化度を推定し、算出部 24 へ出力する。なお、劣化度の算出方法については、劣化度を定量的に評価できれば上記に限定されずに適用することが可能である。

## 【0054】

算出部 24 は、劣化度により仮目標充電率を補正し、二次電池 2 の目標充電率を算出する。すなわち、算出部 24 では、二次電池 2 の劣化を考慮した目標充電率を算出する。具体的には、算出部 24 では、以下の(4)式のように、仮目標充電率に対して劣化度を乗することによって、仮目標充電率  $SOC_{temp}$  を補正し、最終的な二次電池 2 の目標充電率  $SOC_t$  を算出する。

## 【0055】

30

## 【数4】

$$SOC_t = SOC_{temp} \times Dp \quad (4)$$

## 【0056】

劣化が進行している場合には、現状態での劣化度  $Dp$  は 1 以上の値となる。すなわち、劣化が進行している場合、 $SOC_t > SOC_{temp}$  の関係となる。つまり、劣化が発生し二次電池 2 の容量が低下している場合においても、目標充電率  $SOC_t$  を仮充電率  $SOC_{temp}$  よりも大きな値とすることで、より確実に必要な目標電力量を二次電池 2 に蓄電することが可能となる。

## 【0057】

40

図 3 に示すように、定電流充電期間  $t$  が終了すると、算出部 24 により目標充電率  $SOC_t$  が算出され、目標充電率  $SOC_t$  まで定電流充電、もしくは電流値を変更した充電が行われる。

## 【0058】

また、算出部 24 は、目標充電率  $SOC_t$  が予め設定した充電率許容範囲内でない場合に、警告通知を行う。充電率許容範囲とは、二次電池 2 の劣化及び安全性を考慮して予め設定される充電率の上限と下限を設定した運用範囲である。充電率許容範囲は、二次電池 2 の充放電特定等によって、運用充電率上限値(例えば  $SOC_{90\%}$ )と運用充電率下限値(例えば  $SOC_{10\%}$ )が予め設定されている。例えば、二次電池 2 が充電率許容範囲

50

を超えた状態となると、過充電や過放電になり、二次電池2の劣化を過度に早め、安全性が保障されない等の状態となる。このため、算出部24は、算出した目標充電率SOCtが充電率許容範囲内であるか否かを判定し、目標充電率SOCtが充電率許容範囲内でない場合に、警告通知を行う。警報通知は、例えば、二次電池システム1が適用される発電プラントや工場等の運転員等に対して行われる。なお、運転員等は、二次電池システム1の一時的な運用状況により、目標充電率SOCtが予め設定した充電率許容範囲内でない場合においても算出部24に対して、一時的に目標充電率SOCtを運用上限値又は運用下限値として仮設定して、二次電池システム1の計画外の一時的な運用状況に対応できるよう判断することとしてもよい。

#### 【0059】

10

次に、上述の二次電池管理システム4による目標充電率算出処理について図6を参照して説明する。図6に示すフローは、二次電池2の充電を開始する場合に実行される。二次電池2の充電を開始する場合とは、運転員等によって開始指示がされてもよいし、予め設定された時刻に開始することとしてもよい。例えば、二次電池システム1が発電プラントに適用される場合には、発電プラントが連系された電力系統5における電力変動が少ないと想定される時刻（例えば深夜）であって、二次電池2を蓄電する余剰電力がある時刻が予め設定される。また、例えば、二次電池システム1が工場に適用される場合には、翌日の運用計画での消費電力のピークカットを行うために、夜間等に実行される。

#### 【0060】

20

まず、二次電池システム1から供給する目標電力量に基づいて二次電池2の仮目標充電率を設定する（S101）。

#### 【0061】

次に、所定の基準充電率から二次電池2の所定の定電流充電を開始させる（S102）。

#### 【0062】

次に、所定の定電流充電期間に変化した二次電池2の充電率の変化量に基づいて、二次電池2の現状態での劣化度を推定する（S103）。

#### 【0063】

次に、劣化度によって仮目標充電率を補正し、最終的な二次電池2の目標充電率を設定する（S104）。

#### 【0064】

30

二次電池2は、充電率が高い状態で長期間維持されると劣化しやすくなる。図7は、二次電池2の劣化比と維持期間との関係を充電率（SOC）毎に記載している。図7に示すように、二次電池2の充電率が高い状態で長期間維持されるほど劣化比が大きくなる。図7は充電率SOC = 100%で計測した維持時間と劣化率を基準として、充電率SOCをパラメータとした劣化率の変化を例示したものである。このため、二次電池2は、必要な目標電力量の蓄電を確保しながら必要以上に充電率を高くすることなく、なるべく充電率を低い状態で維持される方が劣化を抑制できる。そこで、二次電池システム1では、劣化を加味して二次電池2の目標充電率を設定できるため、二次電池2の充電率が過度に高い状態で維持されることを防ぎ、二次電池2の劣化の進行を抑制する。

#### 【0065】

40

以上説明したように、本実施形態に係る二次電池管理システム、及びその二次電池管理方法並びに二次電池管理プログラム、二次電池システムによれば、定電流充電期間における二次電池2の充電率の変化量に基づいて二次電池2の現状態での劣化度を推定することとしたため、二次電池2の劣化度をより正確に推定することが可能となる。そして、目標電力量に基づいて設定した仮目標充電率を劣化度により補正して二次電池2の目標充電率を決定するため、現状態での劣化による容量不足分を考慮して、目標電力量をより確実に二次電池2に蓄電することが可能となる。

#### 【0066】

また、劣化度を考慮して二次電池2の目標充電率を適切に設定できるため、二次電池2の充電率が必要以上に高い状態で維持されることを防止し、電池寿命の低下を抑制するこ

50

とができる。

#### 【0067】

また、二次電池2における現状態での充電率変化率と初期充電率変化率との比によって現状態での劣化度を推定するため、容易に劣化度を推定することができる。なお、二次電池2の初期充電率変化率とは、二次電池2が初期状態（劣化前の状態）である場合において、所定の定電流充電期間に変化した二次電池2の充電率の変化量である。

#### 【0068】

また、充電率の計測に係るサンプリング周期に対して、劣化度を推定するための定電流充電期間が短すぎると計測誤差が大きくなってしまう可能性がある。このため、サンプリング周期に基づいて定電流充電期間を設定することで、計測誤差が予め設定した上限値未満となるような定電流充電期間を設定することができ、二次電池2の劣化度をより正確に推定することが可能となる。

10

#### 【0069】

また、充電率許容範囲内でない目標充電率を用いて二次電池2を充電すると安全運用できない可能性があるため、警告通知を行うことで安全性を向上させることができる。

#### 【0070】

また、充電率が基準充電率となった場合に定電流充電を開始させるため、定電流充電を開始するための二次電池2の充電率を統一化することで、二次電池2の状態を同じ条件のもとで定電流充電を実施できるよう、充電開始条件を管理することができる。すなわち、現状態での劣化度を推定するための定電流充電期間における二次電池2の状態を適正化でき、より正確に劣化度を推定することが可能となる。

20

#### 【0071】

本発明は、上述の実施形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々変形実施が可能である。

#### 【0072】

例えば、二次電池システム1は、火力発電プラントに対して用いられ、急激な電力変動を抑制したり、工場や電力消費地域に対して用いられ、ピークカットやアンシェアリサービス（電力会社との電力売買）を行うことができる。なお、二次電池システム1は、二次電池2の設置を要する設備であれば、発電プラントや工場に限定されず、様々な設備等に適用することが可能である。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0073】

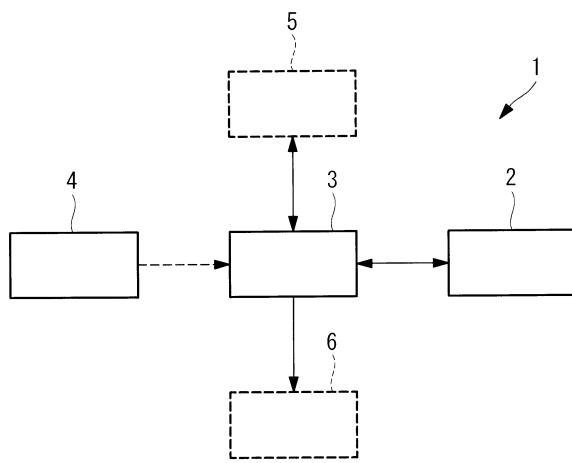
- 1 : 二次電池システム
- 2 : 二次電池
- 3 : 充放電装置
- 4 : 二次電池管理システム
- 5 : 電力系統
- 6 : 電力消費設備
- 2 1 : 設定部
- 2 2 : 充電制御部
- 2 3 : 推定部
- 2 4 : 算出部

40

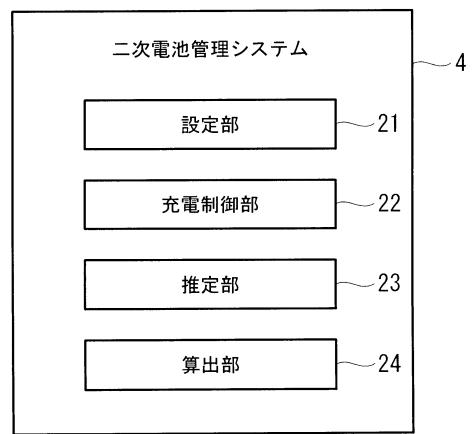
50

【図面】

【図 1】

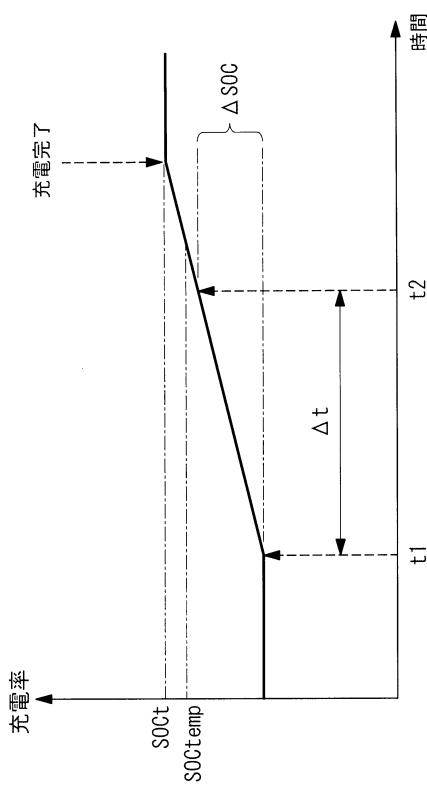


【図 2】

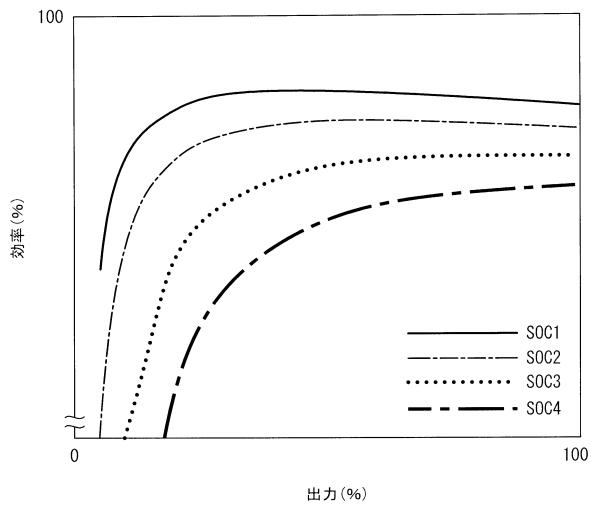


10

【図 3】



【図 4】



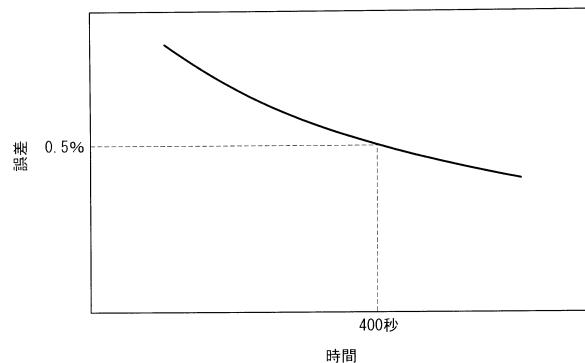
20

30

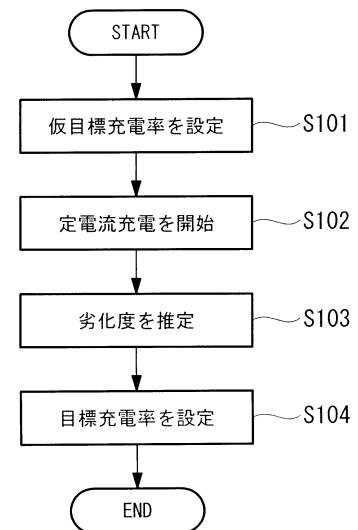
40

50

【図 5】

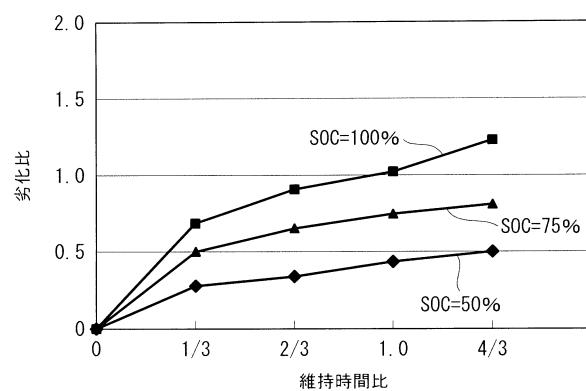


【図 6】



10

【図 7】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献      特開2001-157369 (JP, A)  
                    特開2002-305841 (JP, A)  
                    特開2010-075024 (JP, A)  
                    特開2009-159730 (JP, A)  
                    國際公開第2016/059869 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
                    H01M10/42-10/48  
                    H02J3/00-5/00  
                    H02J7/00-7/12  
                    H02J7/34-7/36  
                    G01R31/36-31/396