

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113789号  
(P5113789)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 2 J	3/32 (2006.01)	HO 2 J	3/32
HO 2 J	7/34 (2006.01)	HO 2 J	7/34 J
HO 1 M	10/44 (2006.01)	HO 1 M	10/44 P
HO 1 M	10/48 (2006.01)	HO 1 M	10/48 P

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-75403 (P2009-75403)	(73) 特許権者	502129933
(22) 出願日	平成21年3月26日 (2009.3.26)		株式会社日立産機システム
(65) 公開番号	特開2010-233287 (P2010-233287A)		東京都千代田区神田練馬町3番地
(43) 公開日	平成22年10月14日 (2010.10.14)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成23年2月9日 (2011.2.9)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	川添 裕成
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	二見 基生
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充放電制御装置および充放電制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池と電力変換器とをユニットとし、複数の前記ユニットを並列に接続して充放電する蓄電装置の出力電力と、自然エネルギー発電装置の出力電力と、の合計である系統電力が所定の範囲に入るように前記蓄電装置の出力電力の制御を行う充放電制御装置であって、

前記ユニットの前記電力変換器を個別に制御する第1のコントローラと、

複数の前記ユニットを1まとまりのグループとして、そのグループの出力電力を前記第1のコントローラを介して制御する第2のコントローラと、

前記蓄電装置の出力電力の制御に用いる前記蓄電装置全体の充放電指令値を前記第2のコントローラごとにグループ充放電指令値として配分する第3のコントローラと、

を備え、

前記第2のコントローラは、前記グループ充放電指令値に基づいて、前記第1のコントローラを介して前記ユニットの出力電力を調整し、前記系統電力が所定の範囲に入るように制御する

ことを特徴とする充放電制御装置。

【請求項2】

前記第3のコントローラは、処理部と、前記系統電力の目標値を記憶する記憶部とを備え、

前記処理部が、

10

20

前記系統電力および前記自然エネルギー発電装置の出力電力を取得し、

その取得した系統電力および自然エネルギー発電装置の出力電力と、前記系統電力の目標値とに基づいて、前記系統電力の目標値から該系統電力を減算し、その減算値を所定の時間積分した値に、前記系統電力の目標値を加算し、その加算値から該自然エネルギー発電装置の出力電力を減算して、前記蓄電装置全体の充放電指令値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

【請求項 3】

前記第 3 のコントローラは、前記二次電池の出力電流に基づいて算出された SOC (State of Charge) と、前記グループごとの放電最大出力値および充電最大出力値のいずれかまたは両方とを用いて、前記蓄電装置全体の充放電指令値から前記グループ充放電指令値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

10

【請求項 4】

前記第 3 のコントローラは、放電出力値が大きいほど大きな正の前記蓄電装置全体の充放電指令値となる放電の場合、前記 SOC の高い順に放電に用いるグループを選択していき、選択されたグループの放電最大出力値を順に加算していったときに、その加算値が前記蓄電装置全体の充放電指令値を超える直前に選択されていたグループについて、該グループの放電最大出力値の合計に対する個々の該グループの放電最大出力値の比率を算出し、前記蓄電装置全体の充放電指令値を前記比率に応じて前記グループ放電指令値を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の充放電制御装置。

20

【請求項 5】

前記第 3 のコントローラは、充電出力値が大きいほど大きな負の前記蓄電装置全体の充放電指令値となる充電の場合には、前記 SOC の低い順に充電に用いるグループを選択していき、選択されたグループの充電最大出力値を順に加算していったときに、その加算値が前記蓄電装置全体の充放電指令値を下回る直前に選択されていたグループについて、該グループの充電最大出力値の合計に対する個々の該グループの充電最大出力値の比率を算出し、前記蓄電装置全体の充放電指令値を前記比率に応じて前記グループ充電指令値を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の充放電制御装置。

【請求項 6】

前記第 3 のコントローラは、前記 SOC が等しいグループがある場合には、前記蓄電装置全体の充放電指令値が放電の時には放電積算量の少ないグループを、前記蓄電装置全体の充放電指令値が充電の時には充電積算量の少ないグループを優先して前記グループ放電指令値および前記グループ充電指令値を配分することを特徴とする請求項 3 に記載の充放電制御装置。

30

【請求項 7】

前記第 2 のコントローラは、取得した自身のグループの出力電力と前記グループ充放電指令値とに基づいて、該グループ充放電指令値から該自身のグループの出力電力を減算し、その減算値を所定の時間積分した値に、該グループ充放電指令値を加算して、前記自身のグループの充放電指令値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

40

【請求項 8】

前記第 2 のコントローラは、前記二次電池の出力電流に基づいて算出された SOC と、前記ユニットごとの放電最大出力値および充電最大出力値のいずれかまたは両方とを用いて、前記グループ充放電指令値から前記ユニットの出力電力を調整するユニット充放電指令値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

【請求項 9】

前記第 2 のコントローラは、放電出力値が大きいほど大きな正の前記グループ充放電指令値となる放電の場合には、前記 SOC の高い順に放電に用いるユニットを選択していき

50

、選択されたユニットの放電最大出力値を順に加算していったときに、その加算値が自身のグループ充放電指令値を超える直前に選択されていたユニットについて、該ユニットの放電最大出力値の合計に対する個々の該ユニットの放電最大出力値の比率を算出し、前記自身のグループ充放電指令値を前記比率に応じて前記ユニット放電指令値を算出することを特徴とする請求項 8 に記載の充放電制御装置。

【請求項 10】

前記第 2 のコントローラは、充電出力値が大きいほど大きな負の前記グループ充放電指令値となる充電の場合には、前記 SOC の低い順に充電に用いるユニットを選択していき、選択されたユニットの充電最大出力値を順に加算していったときに、その加算値が前記グループ充放電指令値を下回る直前に選択されていたユニットについて、該ユニットの充電最大出力値の合計に対する個々の該ユニットの充電最大出力値の比率を算出し、前記グループ充放電指令値を前記比率に応じて前記ユニット充電指令値を算出することを特徴とする請求項 8 に記載の充放電制御装置。

10

【請求項 11】

前記第 2 のコントローラは、前記 SOC が等しいユニットがある場合には、前記グループ充放電指令値が放電の時には放電積算量の少ないユニットを、前記グループ充放電指令値が充電の時には充電積算量の少ないユニットを優先して前記ユニット放電指令値および前記ユニット充電指令値を配分することを特徴とする請求項 8 に記載の充放電制御装置。

【請求項 12】

前記第 2 のコントローラは、前記自然エネルギー発電装置の出力電力を取得し、その取得した自然エネルギー発電装置の出力電力が所定の値より小さいときに、回復充電を停止する指示を前記第 1 のコントローラに出力し、

20

前記第 1 のコントローラは、前記回復充電を停止する指示を受信したとき、回復充電を停止する制御をおこなう

ことを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

【請求項 13】

前記第 1 のコントローラは、

前記ユニットの電力変換器を PWM (Pulse width Modulation) 制御する PWM 電流制御部を備え、

前記 PWM 電流制御部が、前記ユニット放電指令値がゼロの場合に、ゲートパルスの出力を停止する

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

【請求項 14】

二次電池と電力変換器とをユニットとし、複数の前記ユニットを並列に接続して充放電する蓄電装置の出力電力と、自然エネルギー発電装置の出力電力と、の合計である系統電力が所定の範囲に入るように前記蓄電装置の出力電力の制御を行う充放電制御装置に用いられる充放電制御方法であって、

前記充放電制御装置は、

前記ユニットの前記電力変換器を個別に制御する第 1 のコントローラと、

複数の前記ユニットを 1 まとまりのグループとして、そのグループの出力電力を前記第 1 のコントローラを介して制御する第 2 のコントローラと、

40

前記蓄電装置の出力電力の制御に用いる前記蓄電装置全体の充放電指令値を前記第 2 のコントローラごとにグループ充放電指令値として配分する第 3 のコントローラと、

を備え、

前記第 2 のコントローラは、前記グループ充放電指令値に基づいて、前記第 1 のコントローラを介して前記ユニットの出力電力を調整し、前記系統電力が所定の範囲に入るように制御する

ことを特徴とする充放電制御方法。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、自然エネルギー発電装置の出力変動を抑制する充放電制御技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

風力発電や太陽光発電等の自然エネルギーを利用する自然エネルギー発電装置は、自然条件の変化によって発電電力が変動するため、その自然エネルギー発電装置の導入量が増加すると、それに連系する電力系統に周波数変動や電圧変動等の悪影響を及ぼす可能性がある。その対策の一つとして、自然エネルギー発電装置に蓄電装置を併設し、その電力系統の電圧変動を抑制する方法が提案されている。例えば、特許文献1に記載の自然エネルギー発電装置の出力変動を補償する蓄電装置は、2つの電池を備え、定期的に放電と充電とを切り替えて、自然エネルギー発電装置の出力変動を補償するものである。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2001-157382号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の蓄電装置では、放電と充電との切り替え期間を蓄電装置の定格容量に合わせて予め決めてしまっている（段落0022、0024参照）。そのため、自然エネルギー発電装置の導入量が増加した場合の大きな出力変動に適応しつつ、蓄電装置を構成する電池間で放電と充電とを適応的に切り替えることができないという問題がある。そこで、本発明は、自然エネルギー発電装置の出力変動を規定範囲に抑制しながら、適応的に電池の充放電管理を行える充放電制御技術を提供することを課題とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

前記課題を解決するために、本発明における充放電制御装置は、電池（複数の単電池を直列に接続した場合を含む）に電力変換器（インバータおよびコンバータ）を接続したユニットを複数並列に備える蓄電装置を制御するために、該ユニットごとにその充放電を制御する電力変換器コントローラと、さらに、複数の前記電力変換器コントローラを一つのグループとして充放電制御を行うグループコントローラと、そのグループコントローラを介して前記蓄電装置全体の充放電を制御する統括コントローラとを備え、自然エネルギー発電装置の出力変動を規定範囲に抑制することを特徴とする。

30

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明によれば、自然エネルギー発電装置の出力変動を規定範囲に抑制しながら、適応的に電池の充放電管理を行える充放電制御技術を提供することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

40

【図1】本実施形態における電力システムの構成を示す図である。

【図2】統括コントローラの構成例を示す図である。

【図3】グループ充放電指令値配分部における配分方法の概要を示す図であり、(a)は放電の場合を示す図であり、(b)は充電の場合を示す図である。

【図4】グループ充放電指令値配分部における処理の流れ（放電の場合）を示す図である。

。

【図5】グループ充放電指令値配分部における処理の流れ（充電の場合）を示す図である。

。

【図6】グループコントローラの構成例を示す図である。

【図7】電力変換器コントローラの構成例を示す図である。

50

【図 8】ゲートパルス停止方法の例を示す図である。

【図 9】回復充電時の各ユニットの充放電状態の時間経過の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

次に、本発明を実施するための形態（以降、「実施形態」と称す）について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

【0009】

本実施形態における電力システム 1 の構成について、図 1 を用いて説明する。

図 1 に示すように、電力システム 1 は、自然エネルギー発電装置 80 から出力される電力 P N および蓄電装置 100 から出力される電力 P B（放電を正、充電を負とする）の合計が、連系点 A において電力系統 90 の系統電力 P S となるように調整する。なお、自然エネルギー発電装置 80 は、風力発電装置や太陽光発電装置等である。したがって、電力 P N は、自然エネルギーの変化によって変動する。そこで、蓄電装置 100 は、電力 P N の変動を吸収し、系統電力 P S が規定変動範囲内に収まるように、その蓄電装置 100 内に備えられている電池 60 の充放電を制御する。なお、電池 60 は、二次電池であって、鉛電池や Na S（ナトリウム硫黄）電池、電気二重層コンデンサ、レドックスフロー電池等である。

10

【0010】

蓄電装置 100 は、電池 60 および電力変換器 50 をユニット 51 とし、そのユニット 51 を並列に接続し、変圧器 70 を介して電力 P B を出力する。ユニット 51 の数は、例えば、100 程度である。電池 60 の回復充電を含む充放電管理は、充放電制御装置 10 によって、ユニット 51 を単位として行われる。

20

【0011】

本実施形態における充放電制御装置 10 は、蓄電装置 100 全体を制御する統括コントローラ 20 を備え、蓄電装置 100 の出力である電力 P B を制御する。その統括コントローラ 20 の配下には、複数のグループコントローラ 30 が備えられる。グループコントローラ 30 は、複数のユニット 51 を一まとまりのグループ 52 として制御する。そして、グループコントローラ 30 は、電力変換器コントローラ 40 を介して、ユニット 51 の電力変換器 50 を制御し、そのユニット 51 の充放電を管理する。例えば、1つのグループ 52 として管理されるユニット 51 の数は、10 程度である。したがって、仮に、ユニット 51 の数が 100 程度であれば、グループコントローラ 30 の数は 10 程度となる。なお、統括コントローラ 20 およびグループコントローラ 30 には、制御演算機能を有するプログラブルロジックコントローラやマイコン等が用いられる。

30

【0012】

次に、統括コントローラ 20 の構成例について、図 2 を用いて説明する（適宜、図 1 参照）。統括コントローラ 20 は、蓄電装置出力補正部 21 と、予めオペレータ等によって設定されている電力システム 1 の出力目標値 P S T を保持する記憶部 22 と、グループ充放電指令値配分部 23 と、を備える。この記憶部 22 に保持されている電力システム 1 の出力目標値 P S T は、系統電力 P S の目標値である。

【0013】

蓄電装置出力補正部 21 は、系統電力 P S と電力システム 1 の出力目標値 P S T との差分を所定の時間に亘って積分して、蓄電装置出力補正值 P S C を出力する。なお、この蓄電装置出力補正值 P S C には、各ユニット 51 から連系点 A までの配線や変圧器 70 のインピーダンスドロップ等の補償分が含まれている。また、この蓄電装置出力補正值 P S C には、蓄電装置 100 の補機（蓄電装置 100 の動作環境を維持するための空調機等）がこの蓄電装置 100 から電力供給を受けている場合には、その消費電力の補償分が含まれる。

40

【0014】

さらに、統括コントローラ 20 は、蓄電装置出力補正值 P S C と電力システム 1 の出力目標値 P S T とを加算し、その加算値から自然エネルギー発電装置 80 の出力である電力 P

50

Nを減算する演算を行う。該演算によって、蓄電装置100の出力である電力PBを制御する充放電指令値PBRが算出される。

【0015】

次に、グループ充放電指令値配分部23は、充放電指令値PBRを、後記する処理に基づいて、各グループコントローラ30(30x)に配分するグループ充放電指令値PBRxを決定する。なお、xは、グループコントローラ30(30x)の識別子である。そして、統括コントローラ20は、各グループコントローラ30xに、グループ充放電指令値PBRxを送信する。

【0016】

ここで、グループ充放電指令値配分部23における配分方法の概要(グループ数が3の場合)について、図3を用いて説明する(適宜、図1,2参照)。なお、図3では、グループ52を、G1, G2, G3(Gx)のように表す。図3(a)に示す放電の場合では、始めに、各グループG1, G2, G3のSOC(State of Charge)が、電池60の出力電流を積算することにより計算される。なお、SOCは、電池容量に対して充電している電気を比率で表したものである。そして、放電の場合には、SOCが高い順に、各グループG1~G3に優先順位を付けて、充放電指令値PBRを配分する。図3(a)では、G1, G2, G3の順にSOCが高かったものとして表している。すなわち、優先順位は、上位からG1, G2, G3の順である。

【0017】

次に、グループ充放電指令値配分部23は、充放電指令値PBRと各グループG1~G3の放電最大出力値PBG P1~PBG P3とから、充放電指令値PBRを配分するグループGxを決定する。図3(a)の場合には、充放電指令値PBRが放電最大出力値PBG P1より大きく、PBG P1+PBG P2以下であるので、充放電指令値PBRをグループG1およびグループG2に配分する。なお、グループG3への配分は、ゼロとする。

【0018】

配分の割合は、次式に示すように、配分対象となったグループ全体の放電最大出力値の合計に対する、個々のグループの放電最大出力値の比率とする。したがって、個々のグループGxに配分されるグループ充放電指令値PBRxは、充放電指令値PBRに前記比率を乗算することによって以下のように計算される。

$$PBRx = PBR \times PBGP1 / (PBGP1 + PBGP2)$$

$$PBRx = PBR \times PBGP2 / (PBGP1 + PBGP2)$$

$$PBRx = 0$$

【0019】

次に、図3(b)に示すように、充電の場合には、SOCが低い順に、各グループG1~G3に優先順位を付けて、充放電指令値PBRを配分する。すなわち、優先順位は、放電の場合と逆で、上位からG3, G2, G1の順である。

【0020】

次に、充放電指令値PBRと各グループG1~G3の充電最大出力値PBG N1~PBG N3とから、充放電指令値PBRを配分するグループGxを決定する。図3(b)の場合には、充放電指令値PBRが充電最大出力値PBG N3より小さく、PBG N3+PBG N2以上であるので、充放電指令値PBRをグループG3およびグループG2に配分する。なお、グループG1への配分は、ゼロとする。

【0021】

配分の割合は、次式に示すように、配分対象となったグループ全体の充電最大出力値の合計に対する、個々のグループの充電最大出力値の比率とする。したがって、個々のグループGxに配分されるグループ充放電指令値PBRxは、充放電指令値PBRに前記比率を乗算することによって以下のように計算される。

$$PBRx = 0$$

$$PBRx = PBR \times PBGN2 / (PBGN3 + PBGN2)$$

$$PBRx = PBR \times PBGN3 / (PBGN3 + PBGN2)$$

## 【 0 0 2 2 】

前記した、グループ充放電指令値配分部 2 3 における処理の流れを、図 4 , 5 を用いて説明する (適宜、図 1 , 3 参照)。図 4 は、放電の場合を示している。始めに、グループ 5 2 ごとに、SOC の高い順に、そのグループ 5 2 を放電に用いる優先順位を決定する (ステップ S 4 0 1)。そして、SOC が等しいグループ 5 2 があるか否かを判定する (ステップ S 4 0 2)。SOC が等しいグループ 5 2 がある場合 (ステップ S 4 0 2 で Yes)、SOC の等しいグループ 5 2 間について、放電積算量の少ない方を優先して順位を決定する (ステップ S 4 0 3)。これにより、SOC が等しい場合でもグループ間の放電積算量が均等化でき、結果として特定グループの電池劣化の進行を防止することができる。放電積算量とは、電池の放電電流、または放電電力を積算した値である。放電積算量も等しい場合には、例えば、グループ 5 2 を識別する番号の小さい方を、優先順位の上位とする。なお、ステップ S 4 0 2 で No の場合は、ステップ S 4 0 3 をスキップする。ステップ S 4 0 3 までの処理によって、優先順位の上位 i 番目をグループ 5 2 を識別する番号 (記号) k に並べ替える並べ替え関数  $g(i)$  が算出される (ステップ S 4 0 4)。すなわち、 $k = g(i)$  である。

10

## 【 0 0 2 3 】

次に、充放電指令値 PBR を配分するグループ 5 2 の決定処理を行う。ステップ S 4 0 5 では、初期値  $P = 0$ 、 $i = 0$ 、およびすべての  $j$  について  $PBGR_j = 0$  が設定される。そして、 $i = i + 1$  を演算して、優先順位の上位 i 番目のグループ 5 2 i の放電最大出力値  $PBGP_i$  を P に加算する (ステップ S 4 0 6)。そして、i が最後か否かが判定される (ステップ S 4 0 7)。i が最後でない場合 (ステップ S 4 0 7 で No)、充放電指令値 PBR が P 以下か否かが判定される (ステップ S 4 0 8)。そして、充放電指令値 PBR が P 以下となった場合 (ステップ S 4 0 8 で Yes)、式 (1) によって、各グループ充放電指令値  $PBGR_x$  が算出される (ステップ S 4 0 9)。

20

## 【 0 0 2 4 】

1 j i における  $k = g(j)$  について、グループ充放電指令値  $PBGR_k$  は、式 (1) で表される。

## 【 数 1 】

$$PBGR_k = PBR \times PBGP_k / \sum_{j=1}^i PBGP_j \quad \cdot \cdot \text{式 (1)}$$

30

## 【 0 0 2 5 】

なお、ステップ S 4 0 7 において、i が最後の場合 (ステップ S 4 0 7 で Yes)、ステップ S 4 0 8 をスキップする。また、ステップ S 4 0 8 において、PBR が P より大きい場合 (ステップ S 4 0 8 で No)、処理はステップ S 4 0 6 へ戻る。

## 【 0 0 2 6 】

図 5 は、充電の場合を示している。始めに、グループ 5 2 ごとに、SOC の低い順に、そのグループ 5 2 を充電の対象とする優先順位を決定する (ステップ S 5 0 1)。そして、SOC が等しいグループ 5 2 があるか否かを判定する (ステップ S 5 0 2)。SOC が等しいグループ 5 2 がある場合 (ステップ S 5 0 2 で Yes)、SOC の等しいグループ 5 2 間について、充電積算量の少ない方を優先して順位を決定する (ステップ S 5 0 3)。これにより、SOC が等しい場合でもグループ間の充電積算量が均等化でき、結果として特定グループの電池劣化の進行を防止することができる。充電積算量とは、電池の充電電流、または充電電力を積算した値である。充電積算量も等しい場合には、例えば、グループ 5 2 を識別する番号の小さい方を、優先順位の上位とする。なお、ステップ S 5 0 2 で No の場合は、ステップ S 5 0 3 をスキップする。ステップ S 5 0 3 までの処理によって、優先順位の上位 i 番目をグループ 5 2 を識別する番号 (記号) k に並べ替える並べ替え関数  $g(i)$  が算出される (ステップ S 5 0 4)。すなわち、 $k = g(i)$  である。

40

## 【 0 0 2 7 】

50

次に、充放電指令値 PBR を配分するグループ 52 の決定処理を行う。ステップ S505 では、初期値  $P = 0$ 、 $i = 0$ 、およびすべての  $j$  について  $PBGR_j = 0$  が設定される。そして、 $i = i + 1$  を演算して、優先順位の上位  $i$  番目のグループ 52  $i$  の充電最大出力値  $PBGN_i$  を  $P$  に加算する (ステップ S506)。そして、 $i$  が最後か否かが判定される (ステップ S507)。 $i$  が最後でない場合 (ステップ S507 で No)、充放電指令値 PBR が  $P$  以上か否かが判定される (ステップ S508)。そして、充放電指令値 PBR が  $P$  以上となった場合 (ステップ S508 で Yes)、式 (2) によって、各グループ充放電指令値  $PBGR_x$  が算出される (ステップ S509)。

【0028】

1  $j$   $i$  における  $k = g(j)$  について、グループ充放電指令値  $PBGR_k$  は、式 (2) で表される。 10

【数 2】

$$PBGR_k = PBR \times PBGN_k / \sum_{j=1}^i PBGN_k \quad \cdot \cdot \text{式 (2)}$$

【0029】

なお、ステップ S507 において、 $i$  が最後の場合 (ステップ S507 で Yes)、ステップ S508 をスキップする。また、ステップ S508 において、PBR が P 未満の場合 (ステップ S508 で No)、処理はステップ S506 へ戻る。 20

【0030】

図 3 ~ 図 5 に示したように、蓄電装置 100 全体の充放電指令値 PBR を、各グループ 52  $x$  の SOC と電力変換器 50 の放電最大出力値  $PBGP_x$  または充電最大出力値  $PBGN_x$  に応じて配分することで、グループ 52  $x$  ごとの SOC を均等にすることが可能となる。なお、各グループ 52  $x$  の SOC、放電最大出力値  $PBGP_x$ 、および充電最大出力値  $PBGN_x$  は、グループコントローラ 30  $x$  によって、グループ 52  $x$  内の各電力変換器コントローラ 40 から取得され、統括コントローラ 20 に送信される。

【0031】

次に、グループコントローラ 30 の構成例について、図 6 を用いて説明する (適宜、図 1 参照)。図 6 に示すように、グループコントローラ 30 は、各ユニット 51 の回復充電を管理するユニット回復充電管理部 31、グループ 52 のグループ出力補正值  $PBGR_Cx$  を算出するグループ出力補正部 32、およびグループ充放電指令値  $PBGR_Rx$  を各ユニット 51 に配分するユニット充放電指令値  $PBUR_xn$  を算出するユニット充放電指令値配分部 33 を備える。なお、 $x$  はグループの識別子、 $n$  はユニットの識別子を表す。 30

【0032】

ユニット回復充電管理部 31 は、グループ 52 内の各電池 60 の回復充電時期を判定し、自然エネルギー発電装置 80 の出力である電力  $PN$  を受信して、電力  $PN$  の大きさを所定の値 (規定値) と比較し、その比較結果に基づいて、回復充電指令値  $PSTR_xn$  を各電力変換器コントローラ 40 に送信する。また、回復充電中に自然エネルギー発電装置 80 の出力である電力  $PN$  が規定値より小さくなった場合、ユニット回復充電管理部 31 は、回復充電を一旦中止する指令を、各電力変換器コントローラ 40 に送信する。そして、ユニット回復充電管理部 31 は、電池 60 の回復充電管理を、グループ 52 単位で行う。 40

【0033】

グループ出力補正部 32 は、グループ充放電指令値  $PBGR_x$  とグループ出力  $PBG_x$  との差分を所定の時間積分して、グループ出力補正值  $PBGR_Cx$  を算出する。そして、グループコントローラ 30 は、グループ充放電指令値  $PBGR_x$  とグループ出力補正值  $PBGR_Cx$  とを加算して、グループ充放電指令値  $PBGR_Rx$  を算出する。このグループ充放電指令値  $PBGR_Rx$  には、各ユニット 51 から各グループ 52 の連系点 B までの電力損失の補償分が含まれる。また、グループ出力補正部 32 の積分時定数は、蓄電装置 100 全体に係る電力損失を補償するために、図 2 に示す蓄電装置出力補正部 22 の積分時 50

定数と協調して調整される。

【 0 0 3 4 】

ユニット充放電指令値配分部 3 3 は、グループ充放電指令値  $P B G R R x$  から各ユニット 5 1 に配分するユニット充放電指令値  $P B U R x n$  を算出する。そして、ユニット充放電指令値配分部 3 3 は、算出したユニット充放電指令値  $P B U R x n$  を、各電力変換器コントローラ 4 0 に送信する。なお、ユニット充放電指令値配分部 3 3 において用いられる配分方法は、前記したグループ充放電指令値配分部 2 1 ( 図 2 参照 ) における配分方法と同様である。すなわち、その配分方法において、グループ充放電指令値配分部 2 1 におけるグループ 5 2 をユニット充放電指令値配分部 3 3 におけるユニット 5 1 に置き換えればよい。

10

【 0 0 3 5 】

前記したように、グループ 5 2 のグループ充放電指令値  $P B G R R x$  を各ユニット 5 1  $x n$  の  $S O C$  と電力変換器 5 0 の放電最大出力値  $P B G P x n$  または充電最大出力値  $P B G N x n$  に応じて配分することで、ユニットごとの  $S O C$  を均等にすることが可能となる。なお、各ユニット  $x n$  の  $S O C$ 、放電最大出力値  $P B G P x n$ 、および充電最大出力値  $P B G N x n$  は、電力変換器コントローラ 4 0  $x n$  によって取得され、グループコントローラ 3 0  $x$  に送信される。

【 0 0 3 6 】

次に、電力変換器コントローラ 4 0 の構成例について、図 7 を用いて説明する。図 7 に示すように、電力変換器コントローラ 4 0 は、電池 6 0 の回復充電を行う回復充電部 4 1、各ユニット 5 1 の出力電力を制御する電力制御部 4 2、および各電力変換器 5 0 を  $P W M$  ( Pulse width Modulation ) 制御する  $P W M$  電流制御部 4 3 を備える。

20

【 0 0 3 7 】

回復充電部 4 1 は、グループコントローラ 3 0 から回復充電指令値  $P S T R x n$  を受信し、定電流、定電圧等の電池 6 0 の寿命、容量低下を抑制するための回復充電制御を行う。

【 0 0 3 8 】

電力制御部 4 2 は、グループコントローラ 3 0 からユニット充放電指令値  $P B U R x n$  を受信し、各ユニット 5 1 の出力電力を制御する。

【 0 0 3 9 】

$P W M$  電流制御部 4 3 は、回復充電部 4 1 または電力制御部 4 2 の出力に応じて、各ユニット 5 1 の出力電流を制御する。そして、 $P W M$  電流制御部 4 3 は、各電力変換器 5 0  $x n$  を駆動するためのゲートパルス  $G P L S x n$  を生成すると共に、ユニット充放電指令値  $P B U R x n$  がゼロの場合にゲートパルスの出力を停止するようにする。これにより、電力の変動抑制に寄与しない電力変換器 5 0 のスイッチング損失を無くし、蓄電装置 1 0 0 全体の電力損失を低減することが可能となる。また、 $P W M$  電流制御部 4 3 は、ユニット充放電指令値  $P B U R x n$  の入力を検知した場合、ゲートパルスの出力の停止を解除し、直ちに始動する。

30

【 0 0 4 0 】

ここで、ゲートパルス停止方法の一例を、図 8 を用いて説明する。図 8 に示すように、 $P W M$  の変調波と搬送波 ( キャリア ) との交点でゲートパルス  $G P L S x n$  が生成される。そして、ユニット充放電指令値  $P B U R n = 0$  の期間では、電力変換器コントローラ 4 0 は、停止信号を用いてゲートパルスの出力を停止する。

40

【 0 0 4 1 】

次に、回復充電時の各ユニット 5 1 の動作の具体例 ( ユニット数が 3 の場合 ) を、図 9 を用いて説明する ( 適宜、図 1 , 6 参照 ) 。図 9 の横軸は時刻、縦軸はユニット 5 1 の電力を表しており、正側が放電域、負側が充電域である。

【 0 0 4 2 】

図 9 に示すように、各ユニット 5 1 ( 5 1 a a , 5 1 a b , 5 1 a c ) は、時刻  $T 1$  までは、全ユニット 5 1 で自然エネルギー発電装置 8 0 の出力である電力  $P N$  の変動を抑制し

50

ている。時刻 T 1 の時点から、グループコントローラ 3 0 のユニット回復充電管理部 3 1 が、ユニット 5 1 a a の回復充電のために、その電力変換器 5 0 a a の放電最大出力値 P B G P a a を、出力変動制御に悪影響を与えないように、徐々にゼロまで絞り込む。この電力変換器 5 0 a a の放電最大出力値 P B G P a a の減少を補償するように、ユニット 5 1 a b , 5 1 a c の放電電力が増加する。

【 0 0 4 3 】

そして、時刻 T 2 の時点から、ユニット 5 1 a a の回復充電が開始される。時刻 T 2 ~ T 3 の間は、ユニット 5 1 a a の回復充電が行われ、ユニット 5 1 a b , 5 1 a c によって電力の補償が行われる。時刻 T 3 から T 4 の間では、自然エネルギー発電装置 8 0 の出力である電力 P N が規定値より小さくなったため、回復充電が一旦停止される。そのため、時刻 T 3 から、ユニット 5 1 a a の充電電力が徐々にゼロに戻される。それにともなって、ユニット 5 1 a b , a c の放電電力は減少する。そして、時刻 T 4 において、再び、自然エネルギー発電装置 8 0 の出力である電力 P N が規定値以上になると、ユニット 5 1 a a の回復充電が始まり、ユニット 5 1 a b , 5 1 a c の放電電力が増加する。

10

【 0 0 4 4 】

以上、本実施形態の蓄電装置 1 0 0 ( 図 1 参照 ) の充放電制御装置 1 0 は、電池 6 0 ( 二次電池 ) と電力変換器 5 0 とを単位とするユニット 5 1 を並列に接続して電力を充放電する蓄電装置 1 0 0 を制御するために、統括コントローラ 2 0 とその配下に、複数のグループコントローラ 3 0 を備える。そして、そのグループコントローラ 3 0 は、さらに、電力変換器コントローラ 4 0 を介して、複数のユニット 5 1 の電力変換器 5 0 を制御する。統括コントローラ 2 0 は、自然エネルギー発電装置 8 0 の出力である電力 P N 、電力系統 9 0 の系統電力 P S 、および電力システム 1 の出力目標値 P S T に基づいて、蓄電装置 1 0 0 の出力である電力 P B を制御する指令値 P B R を生成し、その指令値 P B R を各グループコントローラ 3 0 x に配分する。また、各グループコントローラ 3 0 は、グループ 5 2 x の出力である電力 P B G x および統括コントローラ 2 0 から配分された指令値 P B G R x に基づいて、該指令値 P B G R x をさらに電力変換器コントローラ 4 0 に配分する。そのため、自然エネルギー発電装置 8 0 の出力である電力 P N の変動を規定範囲に抑制しながら、適応的に電池の充放電量管理を行える。

20

【 0 0 4 5 】

また、統括コントローラ 2 0 は、各グループ 5 2 x の放電最大出力値 P B G P x および充電最大出力値 P B G N x の大きさに応じて、グループ充放電指令値 P B G R x を決定する。そして、グループコントローラ 3 0 は、各ユニット 5 1 x n の放電最大出力値 P B G P x n および充電最大出力値 P B G N x n の大きさに応じて、ユニット充放電指令値 P B U R x n を決定する。そのため、グループ 5 2 間の S O C の均一化またはグループ 5 2 内の電池 6 0 の S O C の均一化を図ることが可能となる。

30

また、ユニット充放電指令値 P B U R x n がゼロの場合、電力変換器 5 0 を駆動するゲートパルスの出力を停止して、スイッチング損失を無くすことによって、蓄電装置 1 0 0 全体の電力損失を低減することができる。

【 0 0 4 6 】

また、電力システム 1 の出力目標値 P S T を用いることによって、ユニット 5 1 から電力システムの連系点 A までの設備等にもなう電力損失を補償することができ、系統電力 P S を安定して供給することが可能となる。

40

また、統括コントローラ 2 0 、グループコントローラ 3 0 、および電力変換器コントローラ 4 0 という階層構造によって、制御装置が構成されているため、ユニット 5 1 が増加した場合には、グループコントローラ 3 0 のプログラムの変更または増設というように、容易に対応することが可能となる。

【 符号の説明 】

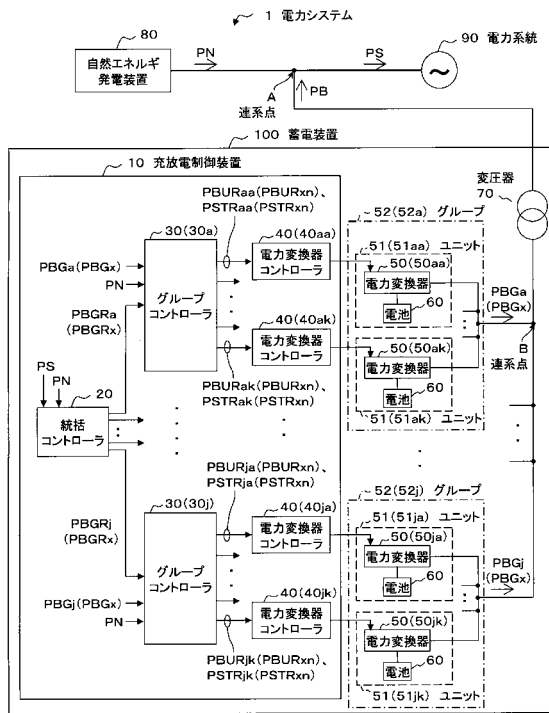
【 0 0 4 7 】

- 1            電力システム
- 1 0         充放電制御装置

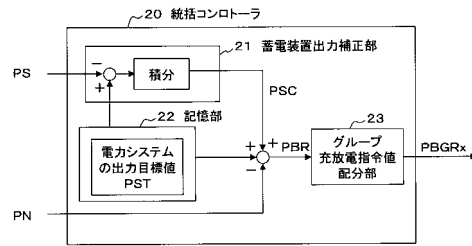
50

- 2 0 統括コントローラ (第 3 のコントローラ)
- 2 1 グループ充放電指令値配分部
- 2 2 蓄電装置出力補正部
- 3 0 グループコントローラ (第 2 のコントローラ)
- 3 1 ユニット回復充電管理部
- 3 2 グループ出力補正部
- 3 3 ユニット充放電指令値配分部
- 4 0 電力変換器コントローラ (第 1 のコントローラ)
- 4 1 回復充電部
- 4 2 電力制御部
- 4 3 P W M 電流制御部
- 5 0 電力変換器
- 5 1 ユニット
- 6 0 電池
- 7 0 変圧器
- 8 0 自然エネルギー発電装置
- 9 0 電力系統
- 1 0 0 蓄電装置

【 図 1 】

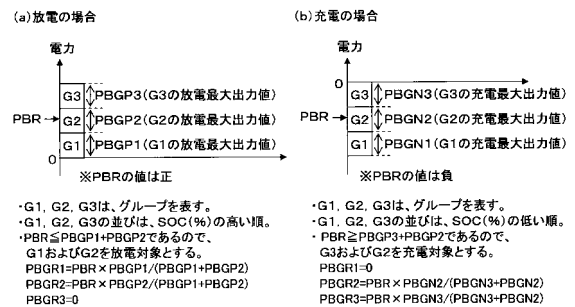


【 図 2 】



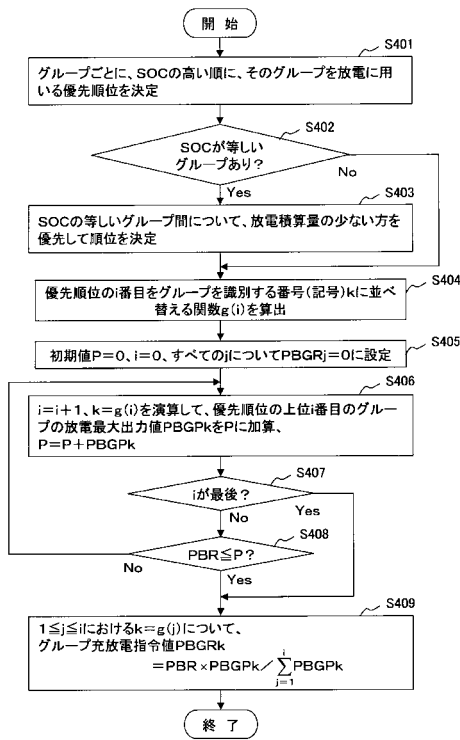
【 図 3 】

【グループ充放電指令値配分部23における配分方法の概要】



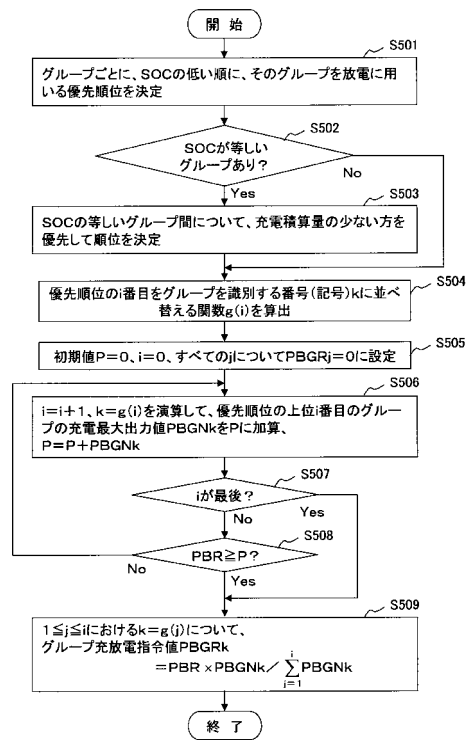
【図4】

[グループ充放電指令値配分部23における処理の流れ(放電の場合)]

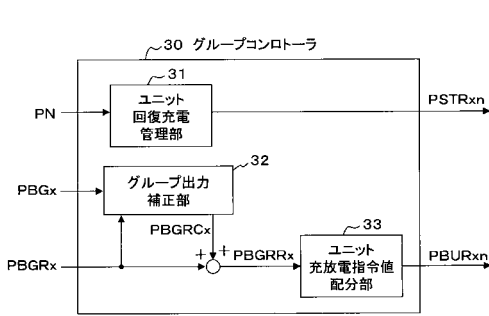


【図5】

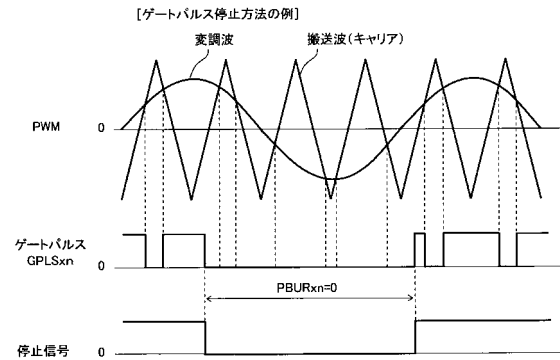
[グループ充放電指令値配分部23における処理の流れ(充電の場合)]



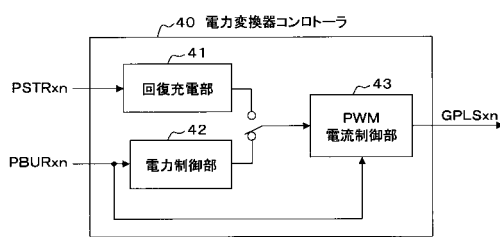
【図6】



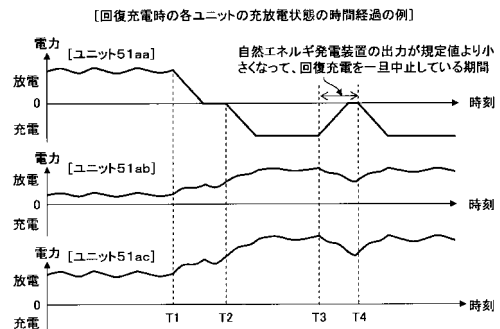
【図8】



【図7】



【図9】



## フロントページの続き

- (72)発明者 尾嶋 一義  
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内
- (72)発明者 池田 洋二  
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内
- (72)発明者 佐藤 義章  
千葉県習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立産機システム内

審査官 鳥居 稔

- (56)参考文献 特開2007-306670(JP,A)  
特開2007-124780(JP,A)  
特開2009-065820(JP,A)  
特開2008-182859(JP,A)  
特開2006-141093(JP,A)  
特開2003-333751(JP,A)  
特開2009-079559(JP,A)  
特開2001-157382(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00 - 5/00  
H02J 7/00 - 7/12、7/34 - 7/36  
H01M 10/42 - 10/48