

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5073258号
(P5073258)

(45) 発行日 平成24年11月14日 (2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日 (2012.8.31)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 M 10/42 (2006.01)

HO 1 M 10/42

P

HO 1 M 10/39 (2006.01)

HO 1 M 10/39

Z

HO 1 M 10/44 (2006.01)

HO 1 M 10/44

Q

HO 2 J 7/00 (2006.01)

HO 2 J 7/00

L

HO 2 J 3/32 (2006.01)

HO 2 J 3/32

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-262667 (P2006-262667)
 (22) 出願日 平成18年9月27日 (2006.9.27)
 (65) 公開番号 特開2008-84677 (P2008-84677A)
 (43) 公開日 平成20年4月10日 (2008.4.10)
 審査請求日 平成21年7月2日 (2009.7.2)

(73) 特許権者 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (74) 代理人 100088616
 弁理士 渡邊 一平
 (72) 発明者 佐藤 光治
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 日本碍子株式会社内

審査官 仲間 晃

(56) 参考文献 特開2003-317808 (JP, A)
)
 特開2004-147477 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナトリウム-硫黄電池の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

出力が変動する発電装置と電力貯蔵補償装置とを組み合わせる電力系統へ電力を供給する連系システムにおいて前記電力貯蔵補償装置を構成し前記発電装置の出力の変動を補償する、複数のナトリウム-硫黄電池の制御方法であって、

その複数のナトリウム-硫黄電池の中から、放電容量管理値の補正又は再設定をするナトリウム-硫黄電池を特定し、その特定されたナトリウム-硫黄電池の放電容量管理値の補正又は再設定を行い、

前記複数のナトリウム-硫黄電池の全てを、順次、特定し、放電容量管理値の補正又は再設定を繰り返すとともに、

前記複数のナトリウム-硫黄電池に、放電容量管理値の補正又は再設定をする優先順位を予めつけておき、放電容量管理値の補正又は再設定をしたナトリウム-硫黄電池の優先順位を、その事後に、最下位に下げるナトリウム-硫黄電池の制御方法。

【請求項 2】

充電末近傍又は放電末近傍の検知により、前記放電容量管理値の補正又は再設定をする請求項 1 に記載のナトリウム-硫黄電池の制御方法。

【請求項 3】

作動中の電池電圧により、前記充電末近傍又は放電末近傍を検知する請求項 2 に記載のナトリウム-硫黄電池の制御方法。

【請求項 4】

前記充電末近傍は、放電容量が前記電池定格容量の 0 % より大きく 1 0 % 未満で検知され、前記放電末近傍は、放電容量が前記電池定格容量の 6 0 % より大きく 1 0 0 % 未満で検知される請求項 3 に記載のナトリウム - 硫黄電池の制御方法。

【請求項 5】

前記出力が変動する発電装置の出力を、前記特定されたナトリウム - 硫黄電池に、許容する最大入力まで、優先的に割り当て、前記特定されたナトリウム - 硫黄電池の充電を行う請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載のナトリウム - 硫黄電池の制御方法。

【請求項 6】

前記出力が変動する発電装置の出力を、前記優先順位の順に、許容する最大入力まで、ナトリウム - 硫黄電池に割り当て、ナトリウム - 硫黄電池の充電を行う請求項 1 に記載のナトリウム - 硫黄電池の制御方法。

10

【請求項 7】

前記出力が変動する発電装置が、風力、太陽光、地熱のうち 1 又は 2 以上の自然エネルギーを用いた自然エネルギー発電装置である請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載のナトリウム - 硫黄電池の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力発電装置等の出力が変動する発電装置と、複数のナトリウム - 硫黄電池を有する電力貯蔵補償装置と、を組み合わせる電力系統へ電力を供給する連系システムにおける、ナトリウム - 硫黄電池の制御方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、風力、太陽光、地熱等から電力を作り出す自然エネルギー発電装置が注目を集め、実用化されている。自然エネルギー発電装置は、石油等の限りある資源を使用せず、自然に無尽蔵に存在するエネルギー源を用いるクリーンな発電装置であり、二酸化炭素の排出を抑制し得るので、地球温暖化防止の観点から、導入する企業、自治体等は増加しつつある。

【0003】

但し、自然界からもたらされるエネルギーは刻一刻と変動することから、自然エネルギー発電装置には、出力の変動が避けられない、という普及に向けての障害がある。従って、この障害を取り除くため、自然エネルギー発電装置を採用する場合には、その自然エネルギー発電装置と、複数のナトリウム - 硫黄電池（二次電池）を主構成機器とする電力貯蔵補償装置と、を組み合わせる連系（発電）システムを構築することが好ましい。

30

【0004】

ナトリウム - 硫黄電池は、エネルギー密度が高く、短時間で高出力が可能であり、且つ、高速応答性に優れることから、充電及び放電を制御する双方向変換器を併設することによって、数百 m 秒 ~ 数秒オーダーで起き得る自然エネルギー発電装置の出力の変動を、補償することが出来るという長所を有する。それが故に、自然エネルギー発電装置に、複数のナトリウム - 硫黄電池を構成機器とする電力貯蔵補償装置を組み合わせる連系システムは、望ましい発電システムであるといえる。尚、後述する課題を同じくする先行技術は存在しないようであるが、技術内容が関連するものとして、例えば、特許文献 1 を挙げる事が出来る。

40

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 3 1 7 8 0 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、従来、複数のナトリウム - 硫黄電池を構成機器とする電力貯蔵補償装置では、複数のナトリウム - 硫黄電池の充電及び放電の制御は、一括して行う方法が簡便であり

50

、一般的に行われている。個々のナトリウム - 硫黄電池の放電容量は、初期に設定された放電容量から、充電、放電にかかる電流値をシーケンサ等の制御装置に取り込み加減し（例えば充電なら加算、放電なら減算等）積算することにより求め、管理することが出来る。

【 0 0 0 7 】

しかし、電流値のアナログ / デジタル変換を行うと僅かながら誤差が生じ、その誤差はシーケンサで長時間積算することによって積算される。そして、その誤差は電力貯蔵補償装置を構成するそれぞれのナトリウム - 硫黄電池において一定ではない。加えて、双方向変換器による充電及び放電の制御にも誤差は生じ、その誤差についても、それぞれのナトリウム - 硫黄電池において一定にならない。そのため、長期にわたって連系システムの運転をしていると、電力貯蔵補償装置を構成するそれぞれのナトリウム - 硫黄電池において、実際の放電容量と、制御装置が管理する管理値と、の間には、どうしてもズレが生じ、且つ、各ナトリウム - 硫黄電池間において、実際の放電容量と管理値とのズレの程度にバラツキが生じてしまう。

10

【 0 0 0 8 】

そのため、上記連系システムにおいては、電力貯蔵補償装置を構成する複数のナトリウム - 硫黄電池のそれぞれの放電容量（又は残存容量）を精度よく管理するためには、定期的に定められた充電方法で充電を行い、放電容量（又は残存容量）の管理値を補正ないし再設定する必要がある。

【 0 0 0 9 】

20

ナトリウム - 硫黄電池が、例えば電力系統からみた昼夜の電量消費量のギャップを埋めるための負荷平準化システムにおける、電力貯蔵補償装置の主構成機器として使用される場合には、上記のズレ及びバラツキが問題化することはない。負荷平準化システムでは、例えば（電量消費量の少ない）夜間が終わった日の出時に充電末となり、この際に、全てのナトリウム - 硫黄電池について、一斉に、放電容量（又は残存容量）の管理値を補正ないし再設定することが出来、それによって、上記ズレ及びバラツキを解消し得るからである。

【 0 0 1 0 】

しかし、自然エネルギー発電装置と組み合わせる電力貯蔵補償装置においては、全てのナトリウム - 硫黄電池を同時に充電末を迎えさせることは有効ではないので、容易には放電容量（又は残存容量）の管理値を補正ないし再設定することが出来ない。何故ならば、充電末を迎えたナトリウム - 硫黄電池は、その後、一定量の放電をするまでは、充電方向の変動電力補償に使えなくなるからである。補償出来る変動範囲を確保するためには、ナトリウム - 硫黄電池に予備系列を設ける必要があるが、コスト面で得策ではない。

30

【 0 0 1 1 】

一方、自然エネルギー発電装置が発電電力を変動させることから、電力貯蔵補償装置においては電力の入力又は出力が頻繁に繰り返され、電力貯蔵補償装置を構成するナトリウム - 硫黄電池も連続的に充放電を繰り返すことになる。そのため、自然エネルギー発電装置との連系システムにおけるナトリウム - 硫黄電池では、負荷平準化システムに適用される場合に比して、上記ズレ及びバラツキが、より生じ易く、精度よく放電容量（又は残存容量）の管理を行うことは、より困難であるといえる。

40

【 0 0 1 2 】

それぞれのナトリウム - 硫黄電池において実際の放電容量と管理値との間にズレが生じていると、突然、充電末になり充電が継続出来なくなったり、突然、放電末になり放電が継続出来なくなり、自然エネルギー発電装置の出力変動を補償している最中に停止してしまう、という問題が起り得る。そして、各ナトリウム - 硫黄電池間において、実際の放電容量と管理値とのズレの程度にバラツキがあると、上記問題は、バラツキがない場合より起こり易いと考えられる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その課題は、出力が変動する

50

自然エネルギー発電装置と、複数のナトリウム - 硫黄電池を構成機器とする電力貯蔵補償装置と、を組み合わせた連系システムにおいて、ナトリウム - 硫黄電池の放電容量（又は残存容量）を精度よく管理する手段を提供することである。研究が重ねられた結果、電力貯蔵補償装置を構成する複数のナトリウム - 硫黄電池のうち、優先的に放電容量を補正ないし再設定するナトリウム - 硫黄電池を定め、特定したナトリウム - 硫黄電池毎に、個別に放電容量を管理することによって、上記課題を解決出来ることが見出された。具体的には、本発明によれば、以下の手段が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0014】

即ち、本発明によれば、出力が変動する発電装置と電力貯蔵補償装置とを組み合わせ、電力系統へ電力を供給する連系システムにおいて電力貯蔵補償装置を構成し発電装置の出力の変動を補償する、複数のナトリウム - 硫黄電池の制御方法であって、その複数のナトリウム - 硫黄電池の中から、放電容量管理値の補正又は再設定をするナトリウム - 硫黄電池を特定し、その特定されたナトリウム - 硫黄電池の放電容量管理値の補正又は再設定を行い、複数のナトリウム - 硫黄電池の全てを、順次、特定し、放電容量管理値の補正又は再設定を繰り返し行うとともに、複数のナトリウム - 硫黄電池に、放電容量管理値の補正又は再設定をする優先順位を予めつけておき、放電容量管理値の補正又は再設定をしたナトリウム - 硫黄電池の優先順位を、その事後に、最下位に下げるナトリウム - 硫黄電池の制御方法が提供される。

【0015】

特定されるナトリウム - 硫黄電池は、1基でなくてもよいが、好ましくは1基である。1基のナトリウム - 硫黄電池を特定する場合には、複数のナトリウム - 硫黄電池を構成する個々のナトリウム - 硫黄電池に対し、順次、個別に、放電容量管理値の補正又は再設定を行うことになる。

【0016】

放電容量管理値の補正又は再設定とは、実際の放電容量と管理値との間のズレをなくすことをいう。本明細書において、放電容量管理値の補正又は再設定と表現するが、単に補正、単に再設定といっても、同義である。又、放電容量を正確に管理出来れば、残存容量もわかるから、本明細書において、放電容量は、残存容量に置き換えることが出来る。適宜、放電容量（又は残存容量）、と表現している。

【0017】

繰り返し行う、とは、複数のナトリウム - 硫黄電池の全てを、順次、特定し終えたら、最初に特定したナトリウム - 硫黄電池に戻って、放電容量管理値の補正又は再設定を行い、更に、順次、再度特定して、放電容量管理値の補正又は再設定を、繰り返し行う、ことを意味する。

【0018】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法においては、充電末近傍又は放電末近傍の検知により、放電容量管理値の補正又は再設定をすることが好ましい。この場合において、作動中の電池電圧により、充電末近傍又は放電末近傍を検知することが好ましい。更には、充電末近傍は、放電容量が前記電池定格容量の0%より大きく10%未満で検知され、放電末近傍は、放電容量が前記電池定格容量の60%より大きく100%未満で検知されることが好ましい。

【0019】

ナトリウム - 硫黄電池の作動中の電池電圧は、充電末近傍又は放電末近傍でない場合には、概ね一定であるが、充電末近傍になると明確に上昇し、放電末近傍になると明確に下降するからである。

【0020】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法においては、出力が変動する発電装置の出力を、特定されたナトリウム - 硫黄電池に、許容する最大入力まで、優先的に割り当て、特定されたナトリウム - 硫黄電池の充電を行うことが好ましい。

【 0 0 2 1 】

例えば、1基のナトリウム - 硫黄電池の定格入力電力が2 MWである場合において、出力が変動する発電装置の出力が5 MWであるときは、そのうちの2 MWを、あるいは1基のナトリウム - 硫黄電池が許容する最大入力まで、特定されたナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当てる。出力が変動する発電装置の出力が2 MW以下、あるいは1基のナトリウム - 硫黄電池が許容する最大入力以下であるときは、その全てを、特定されたナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当てる。

【 0 0 2 2 】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法においては、出力が変動する発電装置の出力を、優先順位の順に、許容する最大入力まで、ナトリウム - 硫黄電池に割り当て、ナトリウム - 硫黄電池の充電を行うことが好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

その事後に、とは、ナトリウム - 硫黄電池に対して放電容量管理値の補正又は再設定を行った後に、という意味である。例えば、No. 1 ~ No. 4の4基のナトリウム - 硫黄電池がある場合に、No. 1、No. 2、No. 3、No. 4の順に優先順位をつけておき、No. 1に対して放電容量管理値の補正又は再設定をしたら、その後で、No. 1の優先順位を最下位に下げ、優先順位をNo. 2、No. 3、No. 4、No. 1の順にする。更に、No. 2に対して放電容量管理値の補正又は再設定をしたら、その後で、No. 2の優先順位を最下位に下げ、優先順位をNo. 3、No. 4、No. 1、No. 2の順にし、No. 3に対して放電容量管理値の補正又は再設定をしたら、その後で、No. 3の優先順位を最下位に下げ、優先順位をNo. 4、No. 1、No. 2、No. 3の順にし、No. 4に対して放電容量管理値の補正又は再設定をしたら、その後で、No. 4の優先順位を最下位に下げ、優先順位を、元の通りのNo. 1、No. 2、No. 3、No. 4の順にし、これを繰り返す。

20

【 0 0 2 4 】

出力が変動する発電装置の出力を、優先順位の順に、許容する最大入力まで、ナトリウム - 硫黄電池に割り当て、ナトリウム - 硫黄電池の充電を行うことは、例えば、1基のナトリウム - 硫黄電池の定格入力電力が2 MWであり、No. 1 ~ No. 4の4基のナトリウム - 硫黄電池があつて、No. 1、No. 2、No. 3、No. 4の順に優先順位をつけた場合に、出力が変動する発電装置の出力が5 MWであるときは、そのうちの2 MWを、先ず、No. 1ナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当て、次いで、2 MWを、No. 2ナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当て、次いで、残りの1 MWを、No. 3ナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当てる。同じ場合に、出力が変動する発電装置の出力が3 MWであるときは、そのうちの2 MWを、先ず、No. 1ナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当て、次いで、残りの1 MWを、No. 2ナトリウム - 硫黄電池に、充電をするために割り当てる。同じ場合に、出力が変動する発電装置の出力が8 MWであるときは、全てのナトリウム - 硫黄電池に、2 MWずつ、充電をするために割り当てる。

30

【 0 0 2 5 】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法は、出力が変動する発電装置が、風力、太陽光、地熱のうち1又は2以上の自然エネルギーを用いた自然エネルギー発電装置である場合に好適に用いられる。

40

【 0 0 2 6 】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法は、出力が変動する発電装置と電力貯蔵補償装置とを組み合わせる電力系統へ電力を供給する連系システムにおいて電力貯蔵補償装置を構成する複数のナトリウム - 硫黄電池を制御する方法である。本明細書において、複数のナトリウム - 硫黄電池を構成する1基のナトリウム - 硫黄電池とは、制御の単位で他と区画されるナトリウム - 硫黄電池のことをいう。単電池の数、モジュール電池の数、出力の大きさ等で定まるものではない。具体的には、ナトリウム - 硫黄電池が電力貯蔵補償装置を構成する場合において、1基の双方向変換器の制御下におかれるナトリウム - 硫

50

黄電池を、1基のナトリウム - 硫黄電池として取り扱うものとする。ナトリウム - 硫黄電池は、全て同一の定格容量であることが望ましいが、必ずしも同一である必要はない。

【発明の効果】

【0027】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法は、複数のナトリウム - 硫黄電池の中から、放電容量管理値の補正又は再設定をするナトリウム - 硫黄電池を特定し、その特定されたナトリウム - 硫黄電池の放電容量管理値の補正又は再設定を行うとともに、複数のナトリウム - 硫黄電池の全てを、順次、特定し、放電容量管理値の補正又は再設定を繰り返し行うので、全てのナトリウム - 硫黄電池を同時に充電末又は放電末とさせることなく、全てのナトリウム - 硫黄電池について実際の放電容量と管理値とのズレをなくすことが出来る。従って、電力貯蔵補償装置を構成する複数のナトリウム - 硫黄電池のそれぞれの放電容量（又は残存容量）は精度よく管理され、突然、充電末になって充電が継続出来なくなったり、突然、放電末になって放電が継続出来なくなると、自然エネルギー発電装置の出力変動を補償することが不可能になる、という問題は生じない。

【0028】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法で制御されたナトリウム - 硫黄電池を用いた電力貯蔵補償装置によって、長期間継続して自然エネルギー発電装置の出力変動を補償することが可能である。従って、連系システムの長期運転にかかる信頼性は著しく向上する。

【0029】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法によれば、複数のナトリウム - 硫黄電池の全てに対して放電容量管理値の補正又は再設定をするために、ナトリウム - 硫黄電池の予備系列を設ける必要はないから、より廉価な電力貯蔵補償装置を構築することが出来、連系システムとしてもコスト面で優る。

【0030】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法によって、複数のナトリウム - 硫黄電池の全てにおいて実際の放電容量と管理値との間のズレがなくなれば、各ナトリウム - 硫黄電池間における実際の放電容量と管理値との間のズレの程度のバラツキもなくなり、自然エネルギー発電装置の出力変動を補償している最中にナトリウム - 硫黄電池（電力貯蔵補償装置）が停止してしまう、という問題は、起き難くなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明について、適宜、図面を参酌しながら、実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されて解釈されるべきものではない。本発明の要旨を損なわない範囲で、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良、置換を加え得るものである。例えば、図面は、好適な本発明の実施の形態を表すものであるが、本発明は図面に表される態様や図面に示される情報により制限されない。本発明を実施し又は検証する上では、本明細書中に記述されたものと同様の手段若しくは均等な手段が適用され得るが、好適な手段は、以下に記述される手段である。

【0032】

先ず、連系システムについて説明する。図1に示されるシステム構成図は、出力が変動する発電装置と電力貯蔵補償装置とを有する連系システムの一例を表している。図1に示される連系システム8は、風の力を風車の回転に変え発電機を回す風力発電装置7（自然エネルギー発電装置）と、電力貯蔵補償装置5と、を有する。そして、電力貯蔵補償装置5は、電力を貯蔵し出力することが可能な二次電池であるナトリウム - 硫黄電池3、直流 / 交流変換機能を有する双方向変換器4、及び変圧器9とを備える。双方向変換器4は、例えばチョッパとインバータあるいはインバータから構成することが出来る。連系システム8には、風力発電装置7が、No. 1 ~ No. m（mは1より大きい整数）のm系列備わり、ナトリウム - 硫黄電池3（電力貯蔵補償装置5）が、No. 1 ~ No. n（nは1より大きい整数）のn系列備わっている。

【 0 0 3 3 】

尚、既述のように、1基の電力貯蔵補償装置5に含まれるナトリウム - 硫黄電池3は、全体として1基のナトリウム - 硫黄電池3として取り扱う。又、一般に、連系システムでは、発電装置として自家発電装置が加わり、負荷としてナトリウム - 硫黄電池のヒータやその他の補機が存在するが、連系システム8では省略している。これらは、本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法においては、出力が変動する発電装置（風力発電装置7）の発電する電力に含まれるもの（加え又は減じたもの）として考えればよい。

【 0 0 3 4 】

連系システム8においては、電力貯蔵補償装置5においてナトリウム - 硫黄電池3の放電を行い、電力計42で測定される電力 P_N が、風力発電装置7により発電された電力（電力計43で測定される電力 P_W ）の出力変動を補償する。具体的には、連系システム8全体として出力する電力（電力計41で測定される電力 P_T ）が、 $P_T = P_W + P_N = \text{一定}$ （ $P_N = P_T - P_W$ ）を満たすように、ナトリウム - 硫黄電池3の放電（即ち電力 P_N ）を制御することによって、連系システム8全体として出力する電力 P_T を安定した品質のよい電力にして、例えば配電変電所と電力需要家間の電力系統1に供給する。

【 0 0 3 5 】

又、連系システム8では、風力発電装置7により発電された電力 P_W の出力変動に合わせて、電力貯蔵補償装置5においてナトリウム - 硫黄電池3の充電を行う。具体的には、電力計42で測定される電力 P_N が、 $P_N = -P_W$ となるように、ナトリウム - 硫黄電池3の充電（即ち電力 $-P_N$ ）を制御することによって、変動する電力 P_W を消費して、連系システム8全体として出力する電力 P_T を0にすることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

ナトリウム - 硫黄電池3を放電する場合、充電する場合の何れの場合も、電力貯蔵補償装置5において、風力発電装置7からの出力（電力 P_W ）に基づき、その出力を補償する電力を入力又は出力させるように、双方向変換器4の制御目標値を変更することによってナトリウム - 硫黄電池3を充電又は放電させて、風力発電装置7の出力変動を吸収する。二酸化炭素を殆ど排出しない自然エネルギー発電装置（風力発電装置7）及びナトリウム - 硫黄電池3（電力貯蔵補償装置5）を用いて、安定した品質のよい電力を供給出来ることから、連系システム8は好ましい発電システムであるといえる。

【 0 0 3 7 】

次に、図3～図6を参照して、図1に示される連系システム8において、系統との取引電力 P_T を0に保ちながら、ナトリウム - 硫黄電池3が充電される場合における、ナトリウム - 硫黄電池3の制御について説明する。尚、図3～図6は、連系システム8におけるナトリウム - 硫黄電池3（電力貯蔵補償装置5）の系列数を4（ $n = 4$ ）とした場合の電力（出力）の時系列変化を示している。図3～図6において、横軸は時間軸であり時刻 t を表す。ナトリウム - 硫黄電池3（電力貯蔵補償装置5）は、No. 1～No. 4の4基であり、1基のナトリウム - 硫黄電池3の定格入力電力は、2 MWである。

【 0 0 3 8 】

図3は、風力発電装置7の出力の一例を示すグラフである。図3において、縦軸は電力計43で測定される電力 P_W を表す。例えば、時刻 t_1 において $P_W = 8 \text{ MW}$ であり、時刻 t_2 において $P_W = 6 \text{ MW}$ であり、時刻 t_3 において $P_W = 2 \text{ MW}$ である。

【 0 0 3 9 】

図6は、図3と同じ時間帯における、連系システム8全体としての電力系統1への出力の一例を示すグラフである。図6において、縦軸は電力計41で測定される電力 P_T を表し、常に電力 $P_T = 0$ になっている。

【 0 0 4 0 】

図4は、図3と同じ時間帯における、4基のナトリウム - 硫黄電池3（電力貯蔵補償装置5）のそれぞれの出力（充電をしているからマイナスの出力として示される、即ち入力に相当する）の一例を示すグラフである。この図4には、従来のナトリウム - 硫黄電池の充電の制御が示されている。図4において、縦軸はそれぞれの電力計44で測定される電

10

20

30

40

50

力 $P_{N1} \sim P_{N4}$ を表す。図 4 の (a) は、No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(b) は、No. 2 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(c) は、No. 3 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(d) は、No. 4 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示す。

【 0 0 4 1 】

従来は、4 基のナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) は一括して制御されており、図 4 に示されるように、電力 $P_T = 0$ とするために、電力 $P_{N1} \sim P_{N4}$ の絶対値は、図 3 に示される電力 P_W を 4 等分した値となる。例えば、時刻 t_1 において $P_{N1} \sim P_{N4} = - 2 \text{ MW}$ であり、時刻 t_2 において $P_{N1} \sim P_{N4} = - 1.5 \text{ MW}$ であり、時刻 t_3 において $P_{N1} \sim P_{N4} = - 0.5 \text{ MW}$ である。

10

【 0 0 4 2 】

これに対し、本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法では、電力 $P_T = 0$ とするために、電力 $P_{N1} \sim P_{N4}$ が図 5 に示されるような時系列変化を示すように、ナトリウム - 硫黄電池 3 の充電を制御する。図 5 は、図 4 と同様に、図 3 と同じ時間帯における、4 基のナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) のそれぞれの出力 (充電をしているからマイナスの出力として示される、即ち入力に相当する) の一例を示すグラフである。図 5 においては、図 4 と同様に、縦軸はそれぞれの電力計 4 4 で測定される電力 $P_{N1} \sim P_{N4}$ を表す。図 5 の (a) は、No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(b) は、No. 2 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(c) は、No. 3 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示し、(d) は、No. 4 ナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) の電力の時系列変化を示す。

20

【 0 0 4 3 】

No. 1 ~ No. 4 のナトリウム - 硫黄電池 3 (電力貯蔵補償装置 5) において、図 5 に示されるような (マイナスの) 出力 (電力 $P_{N1} \sim P_{N4}$) を実現するためには、No. 1 ~ No. 4 のナトリウム - 硫黄電池 3 に、No. 1、No. 2、No. 3、No. 4 の順に優先順位をつけ、電力 P_W が時系列で変化しても、その優先順位の順に、常に最大 2 MW まで、充電用に、割り当てるようにすればよい。具体的には、電力 P_W のうち図 3 に示される範囲 3 1 (左下がり斜線部) の電力を No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 に割り当てる、範囲 3 2 (右下がり斜線部) の電力を No. 2 ナトリウム - 硫黄電池 3 に割り当てる、範囲 3 3 (縦線部) の電力を No. 3 ナトリウム - 硫黄電池 3 に割り当てる、範囲 3 4 (横線部) の電力を No. 4 ナトリウム - 硫黄電池 3 に割り当てる。このように割り当てられた結果、図 5 では、時刻 t_1 において $P_{N1} \sim P_{N4} = - 2 \text{ MW}$ であるが、時刻 t_2 においては $P_{N1} \sim P_{N3} = - 2 \text{ MW}$ 、 $P_{N4} = 0$ であり、時刻 t_3 において $P_{N1} = - 2 \text{ MW}$ 、 $P_{N2} \sim P_{N4} = 0$ となっている。尚、このように、風力発電装置 7 が発電した電力 P_W を各ナトリウム - 硫黄電池 3 の充電用に割り当てるには、電力 P_W を基にして、各電力貯蔵補償装置 5 における双方向変換器 4 の制御目標値を変更すればよい。

30

【 0 0 4 4 】

上記のように No. 1 ~ No. 4 のナトリウム - 硫黄電池 3 を制御すると、優先順位の高い No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 が優先的に充電され、先に充電末に近づくことになる (放電の場合も、同様に、優先順位の高い No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 が優先的に放電され、先に放電末に近づく)。充電末に近づく、電池電圧が上昇するから、この現象を検知して、No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 の放電容量管理値の補正又は再設定をすることが可能である。

40

【 0 0 4 5 】

図 2 は、ナトリウム - 硫黄電池 3 における電池残存容量率 (単に残存容量率とも記す、%) と電池電圧 (V) との相関を示すグラフである。残存容量率は、ナトリウム - 硫黄電池の定格容量 (A h) に対する放電可能な容量 (A h) の比率 (%) を表すから、既に放電した容量である放電容量 (A h) は、定格容量 (A h) $\times$ (100 - 残存容量率 (%))

50

）で求められる。図 1 の相関曲線 2 1 から明らかなように、ナトリウム - 硫黄電池の（一般的）特性として、残存容量率が概ね 40 ~ 90 % において残存容量率によらず電池電圧（単に電圧とも記す）は一定に維持される。そして、充電が進み、残存容量率が概ね 95 % になると（即ち、放電容量が定格容量の概ね 5 % になると）、電圧が上昇する。従って、電圧が上昇したところにおける電圧の値と放電容量と関係性を予め設定しておけば、充電が進んで、その電圧になったときに、放電容量管理値を補正（再設定）することが可能である。尚、図 2 より、放電末においても電圧が変化（下降）するから、同様に、放電末において放電容量管理値を補正（又は再設定）することが可能である。

【 0 0 4 6 】

No. 1 ナトリウム - 硫黄電池 3 の放電容量管理値の補正（再設定）を終えたら、この No. 1 ナトリウム - 硫黄電池の優先順位を最下位に下げ、No. 1 ~ No. 4 のナトリウム - 硫黄電池 3 の優先順位を、No. 2、No. 3、No. 4、No. 1 の順とする。そして、新たな優先順位に基づいて、電力 P_w を、常に最大 2 MW まで、充電用に、No. 1 ~ No. 4 のナトリウム - 硫黄電池 3 に割り当てる。そうすると、優先順位の高い No. 2 ナトリウム - 硫黄電池 3 が優先的に充電され、先に充電末に近づくことになり、電圧の上昇を検知して、No. 2 ナトリウム - 硫黄電池 3 の放電容量管理値の補正（再設定）をすることが出来る。そして、No. 2 ナトリウム - 硫黄電池の優先順位を最下位に下げる。以降、同様にして、優先順位を変えて、繰り返し、ナトリウム - 硫黄電池 3 の放電容量管理値の補正（再設定）をすればよい。

【 0 0 4 7 】

上記の説明では、No. 1 ~ No. 4 の 4 基のナトリウム - 硫黄電池に優先順位をつけたが、肝要なことは、4 基のナトリウム - 硫黄電池 3の中から、風力発電装置 7 が発電した電力 P_w を優先的に割り当てるナトリウム - 硫黄電池 3 を、少なくとも 1 基特定することである。電力 P_w が優先的に割り当てられた結果、その特定されたナトリウム - 硫黄電池 3 は、充電が進み先に充電末を迎えるので、放電容量管理値の補正（再設定）を行うことが出来るからである。

【 0 0 4 8 】

但し、優先順位をつけることによって、放電容量管理値の補正（再設定）をする順序を明確に管理することが出来る。又、図 3 と図 5 で示されるように、優先順位が 1 位でないナトリウム - 硫黄電池 3 に対しても、優先順位に従って、電力 P_w が、より多く割り当てられるから、優先順位をつければ、充電末を迎える順序が狂い難い。これらの点で、No. 1 ~ No. 4 の 4 基のナトリウム - 硫黄電池に優先順位をつける方が、電力 P_w を優先的に割り当てるナトリウム - 硫黄電池 3 を単に特定する場合より、好ましい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 9 】

本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法は、風力、太陽光、地熱等の自然エネルギーを用いた、出力が変動する発電装置と、電力貯蔵補償装置と、を組み合わせる電力系統へ電力を供給する連系システムにおいて、上記電力貯蔵補償装置を構成する複数のナトリウム - 硫黄電池を制御する方法として利用することが出来る。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 0 】

【図 1】出力が変動する発電装置と電力貯蔵補償装置とを有する連系システムの一例を表すシステム構成図である。

【図 2】ナトリウム - 硫黄電池の残存容量率（%）と電圧（V）との相関を示すグラフである。

【図 3】風力発電装置が発電した電力の時系列変化の一例を示すグラフである。

【図 4】従来のナトリウム - 硫黄電池の制御方法を示すグラフであって、複数のナトリウム - 硫黄電池のそれぞれが充電に用いる電力の時系列変化の一例を示すグラフである。

【図 5】本発明に係るナトリウム - 硫黄電池の制御方法を示すグラフであって、複数のナトリウム - 硫黄電池のそれぞれが充電に用いる電力の時系列変化の一例を示すグラフであ

10

20

30

40

50

る。

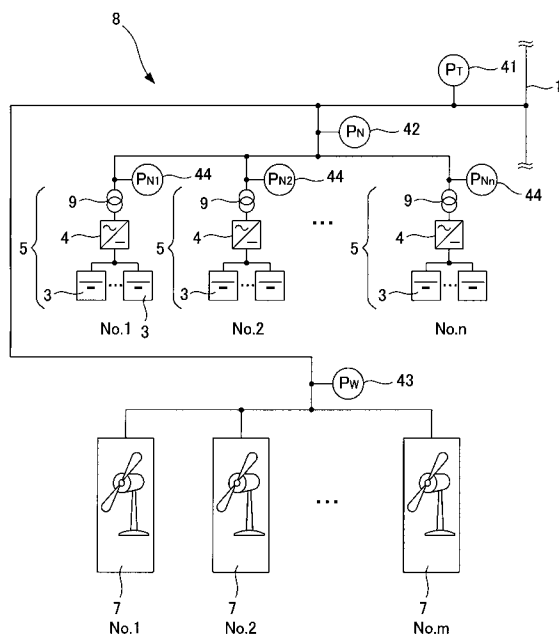
【図 6】連系システムが電力系統へ供給する電力の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

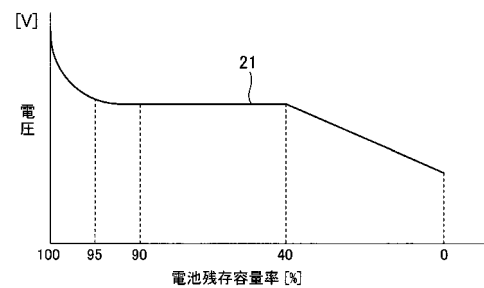
【 0 0 5 1 】

1 電力系統、3 ナトリウム - 硫黄電池、4 双方向変換器、5 電力貯蔵補償装置、7 風力発電装置、8 連系システム、9 変圧器、21 相関曲線、31, 32, 33, 34 (風力発電装置の発電した電力のうちの一部の電力であって、図 3 に示される一定の) 範囲、41, 42, 43, 44 電力計。

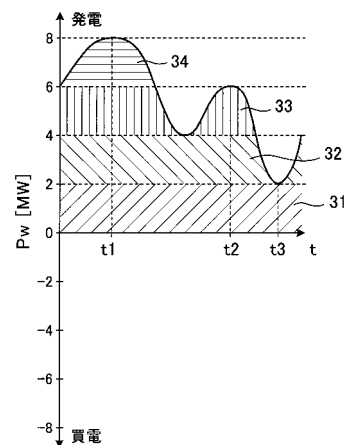
【図 1】



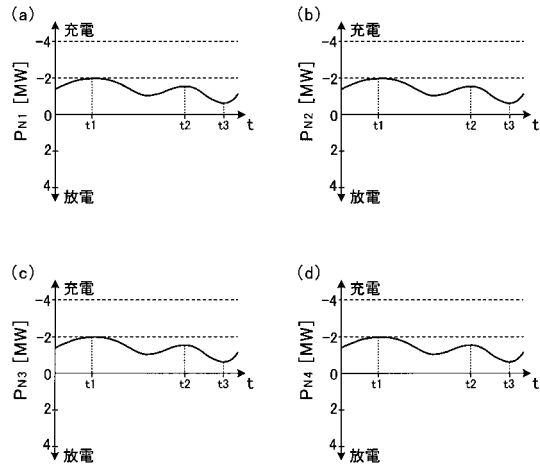
【図 2】



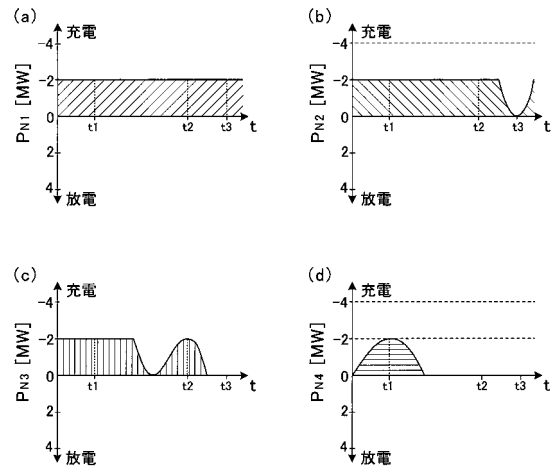
【図 3】



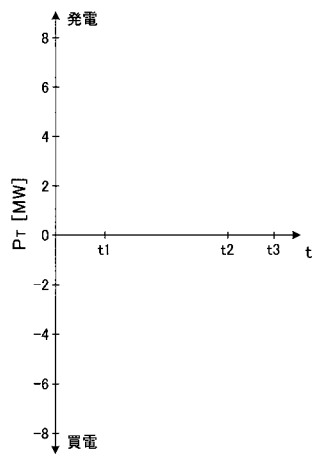
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M	1 0 / 4 2
H 0 1 M	1 0 / 3 9
H 0 1 M	1 0 / 4 4
H 0 2 J	3 / 3 2
H 0 2 J	7 / 0 0