

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4256833号  
(P4256833)

(45) 発行日 平成21年4月22日(2009.4.22)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2J	3/32	(2006.01)	HO2J	3/32	
HO2J	7/34	(2006.01)	HO2J	7/34	D
HO2J	15/00	(2006.01)	HO2J	15/00	D

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-326483 (P2004-326483)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成16年11月10日(2004.11.10)		三菱重工工業株式会社
(65) 公開番号	特開2006-141093 (P2006-141093A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成18年6月1日(2006.6.1)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成19年2月28日(2007.2.28)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(73) 特許権者	000164438
			九州電力株式会社
			福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号
		(74) 代理人	100112737
			弁理士 藤田 考晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力貯蔵装置及びハイブリッド型分散電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自然エネルギーを利用して発電する発電装置と前記発電装置の電力が供給される電力系統との間に接続され、前記発電装置の出力変動を抑制させるように、前記電力系統へ電力を供給する電力貯蔵装置であって、

蓄電装置と、制御手段と、前記制御手段から与えられる変換機電力指令に基づいて、前記蓄電装置の充放電を行う電力変換手段とを具備し、

前記制御手段は、

前記蓄電装置の充放電指令を設定する充放電指令設定手段と、

前記充放電指令設定手段により設定された前記充放電指令、前記電力系統へ供給する目標供給電力、及び前記発電装置の出力電力に基づいて、前記変換機電力指令を設定する変換機電力指令設定手段とを具備し、

前記充放電指令設定手段は、

前記蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に一致させるための基準充放電指令を設定する基準充放電指令設定手段と、

前記基準充放電指令に所定のゲインを与える比例器と、

前記基準充放電指令を積分する積分器とを具備し、

前記積分器の積分時間  $T_i$  及び比例器のゲイン  $H_p$  は、

$H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$  (ただし、 $T_2$  は、電力変換手段の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 > 0$ ) の条件を満たすように設定されている

10

20

ことを特徴とする電力貯蔵装置。

【請求項 2】

前記比例器のゲイン  $H_p$  は、 $H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$  (ただし、 $T_2$  は、電力変換手段の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 \geq 0$ ) の条件を充足する最小値に設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力貯蔵装置。

【請求項 3】

前記充放電指令設定手段は、リミッタを備える請求項 1 または請求項 2 に記載の電力貯蔵装置。

【請求項 4】

前記充放電指令設定手段は、前記充放電指令の変化率を所定の値以下に抑制する変化率抑制手段を備える請求項 1 から請求項 3 のいずれかの項に記載の電力貯蔵装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかの項に記載の電力貯蔵装置と、自然エネルギーを利用して発電する発電装置とを備えるハイブリッド型分散電源システム。

【請求項 6】

蓄電装置と、変換機電力指令に基づいて、前記蓄電装置の充放電を行う電力変換手段とを備え、自然エネルギーを利用して発電する発電装置と前記発電装置の電力が供給される電力系統との間に接続され、前記発電装置の出力変動を抑制させるように、前記電力系統へ電力を供給する電力貯蔵装置の制御方法であって、

前記蓄電装置の充放電指令を設定する充放電指令設定過程と、

前記充放電指令、前記電力系統へ供給する目標供給電力、及び前記発電装置の出力電力に基づいて、前記変換機電力指令を設定する変換機電力指令設定過程とを備え、

前記充放電指令設定過程は、前記蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に一致させるための基準充放電指令を設定し、

前記基準充放電指令を以下の式を充足する前記積分の積分時間  $T_i$  及び前記所定のゲイン  $H_p$  を用いて比例積分することで、前記充放電指令を設定することを特徴とする電力貯蔵装置の制御方法。

$H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$  (ただし、 $T_2$  は、電力変換部の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 \geq 0$ )。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自然エネルギーを利用して発電する発電装置と組み合わせて使用され、該発電装置の出力変動を低減させるように電力系統へ電力を供給する電力貯蔵装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

風力発電装置や太陽光発電装置等の自然エネルギーを利用した発電装置は、地球規模の環境問題により注目を集めているが、その出力は気象条件に大きく左右されるため需要に応じた発電が難しく、また、出力変動によって系統電圧や周波数が変動するため、系統運用上の制約から導入量に限界がある。

このような問題を解決するために、近年では、上述したような自然エネルギーを利用した発電装置と二次電池等の電力貯蔵装置とを組み合わせることにより、発電装置の出力変動を電力貯蔵装置で吸収し、質のよい電力を提供することが可能なハイブリッド型分散電源システムの開発が進められている。

このようなハイブリッド型分散電源システムに使用される電力貯蔵装置として、例えば、特開 2001-327080 号公報 (特許文献 1) に示されるものがある。

上記特許文献 1 には、電力貯蔵装置の蓄電量に応じて、分散電源による電力系統への出力の変動を抑制するための出力目標値を設定し、電力系統への出力が出力目標値になるよ

10

20

30

40

50

うに電力調整部を制御する技術が開示されている。

【特許文献1】特開2001-327080号公報（段落「0019」～段落「0030」及び図1～図4）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記特許文献1に開示されているハイブリッド型分散電源システムに用いられる電力貯蔵装置では、電力貯蔵装置の充電量に応じて、電力系統へ供給する出力目標値を決定し、その後、この出力目標値と、発電装置の出力を比較して、電力貯蔵装置の出力指令値を決定している。

10

従って、蓄電装置の充電量に応じて、ハイブリッド型分散電源システムの出力目標値が決まってしまうため、上流分散電源の出力変動を抑制し、安定した電力を供給するという本来の目的よりも、蓄電装置の電池保護という目的の方が優先されてしまうという不都合があった。

【0004】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、蓄電装置の保護の目的よりも、系統への電力供給を優先させた制御を行うことにより、蓄電装置が過充電或いは過放電にならない残容量の領域で、蓄電装置の電力量を有効に活用しながら、分散電源システム全体としての電力系統への出力を効果的に行うことができる電力貯蔵装置及び分散電源システムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明は、自然エネルギーを利用して発電する発電装置と前記発電装置の電力が供給される電力系統との間に接続され、前記発電装置の出力変動を抑制させるように、前記電力系統へ電力を供給する電力貯蔵装置であって、蓄電装置と、制御手段と、前記制御手段から与えられる変換機電力指令に基づいて、前記蓄電装置の充放電を行う電力変換手段とを具備し、前記制御手段は、前記蓄電装置の充放電指令を設定する充放電指令設定手段と、前記充放電指令設定手段により設定された前記充放電指令、前記電力系統へ供給する目標供給電力、及び前記発電装置の出力電力に基づいて、前記変換機電力指令を設定する変換機電力指令設定手段とを具備し、前記充放電指令設定手段は、前記蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に一致させるための基準充放電指令を設定する基準充放電指令設定手段と、前記基準充放電指令に所定のゲインを与える比例器と、前記基準充放電指令を積分する積分器とを具備し、前記積分器の積分時間 $T_i$ 及び比例器のゲイン $H_p$ は、 $H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$ （ただし、 $T_2$ は、電力変換手段の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 = 0$ ）の条件を満たすように設定されていることを特徴とする電力貯蔵装置を提供する。

30

【0006】

本発明によれば、充放電指令設定手段が蓄電装置の充電状態を目標充電状態に近づけるための充放電指令を設定し、変換機電力指令設定手段が充放電指令設定手段により設定された充放電指令、電力系統へ供給する目標供給電力、並びに発電装置の出力電力に基づいて、変換機電力指令を設定する。

40

このように、変換機電力指令設定手段は、蓄電装置の充放電を制御する変換機電力指令を設定する際に、蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に近づけるための充放電指令をパラメータの1つとして利用するので、蓄電装置の状態を目標に近い状態に保つことが可能となる。更に、充放電指令設定手段が、蓄電装置の保護の目的よりも、電力系統への電力供給を優先させた制御を行うような値に充放電指令を設定することにより、蓄電装置が過充電或いは過放電にならない残容量の領域で、蓄電装置の電力量を有効に活用しながら、電力系統への出力を効果的に行うことができる。

また、充放電指令設定手段が、蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に一致させるため

50

の基準充放電指令を設定する基準充放電指令設定手段と、基準充放電指令に所定のゲインを与える比例器と、基準充放電指令を積分する積分器とを備えるので、蓄電装置の充電状態を目標の状態に到達させるために行う充放電制御をどの程度優先させるかの割合を決定するとともに、基準充放電指令の変化量が大きい場合でも、この変化量を緩やかにすることが可能となる。

例えば、比例器のゲインを大きく設定する程、電力系統への電力供給よりも蓄電装置の充電状態を目標の状態に近づけるような蓄電装置の充放電制御が優先された制御が実施されるので、電池保護の効果を高めることができる。一方、ゲインを小さく設定するほど、電池状態の良し悪しよりも電力系統への放電を優先させた制御を実現させることが可能となる。ここで、ゲインを小さくしすぎると制御系が不安定になってしまうため、少なくともゲインは、制御を安定して行える範囲に設定することが必要となる。具体的には、上記条件を充足するように、積分器の積分時間  $T_i$  及び比例器のゲイン  $H_p$  を設定することにより、安定した制御を実現することが可能となる。

10

#### 【0011】

上記電力貯蔵装置においては、前記比例器のゲイン  $H_p$  は、 $H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$  (ただし、 $T_2$  は、電力変換手段の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 \geq 0$ ) の条件を充足する最小値に設定されていることとしてもよい。

上記記載の電力貯蔵装置において、前記充放電指令設定手段は、リミッタを備えることが好ましい。

このように、充放電指令設定手段が、リミッタを備えるので、変換機電力指令設定手段に与える充放電指令を所定の範囲内に抑制することが可能となる。

20

#### 【0012】

上記記載の電力貯蔵装置において、前記充放電指令設定手段は、前記充放電指令の変化率を所定の値以下に抑制する変化率抑制手段を備えることが好ましい。

このように、充放電指令設定手段が変化率抑制手段を備えるので、変換機電力指令設定手段に与える充放電指令の変化率を所定の値以下に抑制することが可能となる。

#### 【0013】

本発明は、蓄電装置と、変換機電力指令に基づいて、前記蓄電装置の充放電を行う電力変換部とを備え、自然エネルギーを利用して発電する発電装置と前記発電装置の電力が供給される電力系統との間に接続され、前記発電装置の出力変動を抑制させるように、前記電力系統へ電力を供給する電力貯蔵装置の制御方法であって、前記蓄電装置の充放電指令を設定する充放電指令設定過程と、前記充放電指令、前記電力系統へ供給する目標供給電力、及び前記発電装置の出力電力に基づいて、前記変換機電力指令を設定する変換機電力指令設定過程とを備え、前記充放電指令設定過程が、前記蓄電装置の保護の目的よりも、前記電力系統への電力供給を優先させた制御を行うような値に前記充放電指令を設定し、前記蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に一致させるための基準充放電指令を設定する基準充放電指令設定過程を備え、前記充放電指令設定過程が、前記基準充放電指令に所定のゲインを与え、前記基準充放電指令を積分し、前記積分の積分時間  $T_i$  及び所定のゲイン  $H_p$  が、 $H_p > T_2 / T_i$ 、且つ、 $T_i > 0$  (ただし、 $T_2$  は、電力変換部の電力を一時遅れ要素に近似したときの遅れ時間であり、 $T_2 \geq 0$ ) の条件を満たすように設定されている電力貯蔵装置の制御方法を提供する。

30

40

#### 【0014】

本発明によれば、充放電指令設定過程が、蓄電装置の保護の目的よりも、電力系統への電力供給を優先させた制御を行うような値に充放電指令を設定するので、蓄電装置が過充電或いは過放電にならない残容量の領域で、蓄電装置の電力量を有効に活用しながら、電力系統への出力を効果的に行うことができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明の電力貯蔵装置によれば、蓄電装置の保護の目的よりも、系統への電力供給を優

50

先させた制御を行うので、蓄電装置が過充電或いは過放電にならない残容量の領域で、蓄電装置の電力量を有効に活用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、本発明にかかる電力貯蔵装置の一実施形態について、〔第1の実施形態〕、〔第2の実施形態〕、〔第3の実施形態〕、〔第4の実施形態〕の順に図面を参照して詳細に説明する。

【0017】

〔第1の実施形態〕

図1は、本発明の第1の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

この図に示すように、ハイブリッド型分散電源システムは、分散電源2と、分散電源2の出力変動を低減させるように電力を出力する電力貯蔵装置1とを備えて構成されている。ハイブリッド型分散電源システムは、図示しない系統連系用の変圧器を介して電源3の電力系統4に接続されている。ここで、電源3は、例えば、電力会社の発電所の電源、離島などのディーゼル発電機のような小規模の独立電源、若しくは、需要家の自家用発電電源などである。

【0018】

ハイブリッド型分散電源システムにおいて、分散電源2は、例えば、風力発電装置や太陽光発電装置などであり、自然環境によって出力が変動する電源である。

電力貯蔵装置1は、電力を蓄える蓄電装置11と、蓄電装置11の充放電の制御を行う電力変換機（電力変換手段）12と、制御装置（制御手段）13とを備えて構成されている。

蓄電装置11は、例えば、リチウムイオン電池、電気二重層コンデンサなどであり、電力を蓄える。この蓄電装置11は、電力変換機12を介して、分散電源2と電力系統4とを繋ぐ電力系統ラインに接続されている。

電力変換機12は、蓄電装置11から電源系統4へ電力を送出する機能と、電源系統4又は分散電源2から蓄電装置11へ電力を送出する機能とを備えており、制御装置13から与えられる変換機電力指令に基づいて、蓄電装置11の充放電を行う。

【0019】

制御装置13は、電力検出器21と、平滑化回路22と、充放電指令設定部（充放電指令設定手段）23と、変換機電力指令設定部（変換機電力指令設定手段）24とを備えて構成されている。

電力検出器21は、分散電源2の出力電力を検出し、検出した出力電力 $W_{andSP}$ を平滑化回路22及び変換機電力指令設定部24に出力する。

平滑化回路22は、電力検出器21から取得した分散電源2の出力電力 $W_{andSP}$ に基づいて目標供給電力 $HybP^*$ を設定し、この目標供給電力 $HybP^*$ を変換機電力指令設定部24に出力する。ここで、目標供給電力 $HybP^*$ とは、電力系統4へ供給する目標電力であり、例えば、電力検出 $W_{andSP}$ を平滑化することにより求められる。このため、例えば、平滑化回路22には、高域周波数帯を抑制する一次位相遅れ等の補償回路等や各種フィルタ等が目的に応じて任意に選ばれ、用いられる。

【0020】

充放電指令設定部23は、蓄電装置11の充電状態を目標充電状態に近づけるための充放電指令 $OffsetP^*$ を設定し、この充放電指令 $OffsetP^*$ を変換機電力指令設定部24へ出力する。

変換機電力指令設定部24は、電力検出器21から取得した分散電源2の出力電力 $W_{andSP}$ 、平滑化回路22から取得した目標供給電力 $HybP^*$ 、及び充放電指令設定部23から取得した充放電指令 $OffsetP^*$ に基づいて、変換機電力指令 $InvP^*$ を設定し、この変換機電力指令 $InvP^*$ を電力変換機12へ出力する。

【0021】

10

20

30

40

50

上記充放電指令設定部 2 3 は、充電率計算部 3 1 と、基準充放電指令設定部 3 2 と、第 1 の比例器（比例器）3 3 と、積分器 3 4 と、加算器 3 5 と、第 2 の比例器 4 0 とを備えて構成されている。以下、充放電指令設定部 2 3 を構成する各要素について詳しく説明する。

充電率計算部 3 1 は、蓄電装置 1 1 の電池情報に基づいて、現時点での蓄電装置の充電率（％）を演算する。図 2 は、充電率計算部 3 1 が備える機能を示した機能ブロック図である。図 2 に示すように、充電率計算部 3 1 は、蓄電装置 1 1 に設けられている図示しない各種センサから所定時間間隔で電池電流  $V_o$ 、電池電圧  $I_o$ 、電池内部抵抗  $R$  などの電池情報を取得する。そして、これらのセンサ検出値を所定の演算式に採用することにより、蓄電装置 1 1 の開放電圧  $V_{bat}$  を算出する（図 2 の S 1、S 2 参照）。ここで、演算式は、例えば、以下の（1）式により表される。

$$V_{bat} = V_o + I_o \cdot R \quad (1)$$

【0022】

上記（1）式において、抵抗  $R$  は、温度により変化するため、以下の（2）式により得ることができる。

$$R = R_1 \{ 1 + (t_2 - t_1) \} \quad (2)$$

上記（2）式において、 $t_1$  は電池温度の前回値、 $R_1$  は電池内部抵抗、 $\alpha$  は電池温度係数、 $t_2$  は電池温度の最新値である。

【0023】

充電率計算部 3 1 は、上記（1）式、（2）式の演算式を用いて蓄電装置 1 1 の開放電圧  $V_{bat}$  を算出すると、この開放電圧  $V_{bat}$  から現在放電可能な電池容量  $BatW$  を予め備えている電池データテーブルに基づいて算出する（図 2 の S 3 参照）。

この電池データテーブルは、開放電圧  $V_{bat}$  と電池容量  $BatW$  とを対応付けたテーブルである。この電池データテーブルを用いて電池容量  $BatW$  を得ると、この電池容量  $BatW$  を最大電池容量  $BatW_{max}$  で割り、更に、その値を 100 倍することによって、充電率  $BatC'$  を求める（図 2 の S 4 参照）。ここで得られる充電率  $BatC'$  は、電圧ノイズによる変動が見られるので、充電率をフィルタ（例えば、時定数 60s 程度の一時遅れ関数）に通して平滑化する（図 2 の S 5 参照）。そして、平滑化した後の充電率  $BatC$  を図 1 に示した減算器 3 2 に出力する。

なお、上記 S 3 に示した電池データテーブルや、S 4 で用いられる最大電池容量  $BatW_{max}$  などは、電池放電量に応じた劣化状態に応じて変更することが可能である。

【0024】

図 1 に戻り、減算器 3 2 は、充電率計算部 3 1 から取得した現在の充電率  $BatC$  と予め設定されている目標充電率  $BatC^*$  との差分を算出し、この差分を基準充放電指令として第 1 の比例器 3 3 及び積分器 3 4 に出力する。

第 1 の比例器 3 3 は、減算器 3 2 から取得した基準充電指令に所定の比例ゲイン  $H_p$  を与え、その結果を加算器 3 5 に出力する。

積分器 3 4 は、減算器 3 2 から取得した基準充電指令を所定の積分時間  $T_i$  で積分し、その結果を加算器 3 5 に出力する。なお、上記比例ゲイン  $H_p$  及び積分時間  $T_i$  の設定の詳細については、後述する。

【0025】

加算器 3 5 は、減算器 3 2 及び積分器 3 4 からの出力値を加算した値  $Offset_{pi}^*$ （％）を第 2 の比例器 4 0 に出力する。第 2 の比例器 4 0 は、加算器 3 5 から取得した値  $Offset_{pi}^*$ （％）に電力変換機 1 2 の出力電力  $InvP$  を乗算し、更に、この値を 100 で割った値を充放電指令  $OffsetP^*$  として出力する。

このようにして、充放電指令設定部 2 3 により設定された充放電指令  $OffsetP^*$  は、上述した変換機電力指令設定部 2 4 に出力され、この充放電指令  $OffsetP^*$  が変換機電力指令  $InvP^*$  を設定するパラメータの一つとして用いられることとなる。

【0026】

次に、上述した構成からなる電力貯蔵装置 1 の動作について簡単に説明する。

10

20

30

40

50

分散電源 2 の出力電力は、電力検出器 2 1 によって、所定の時間間隔で検出され、この検出値である出力電力WandSPが平滑化回路 2 2 及び変換機電力指令設定部 2 4 に出力される。平滑化回路 2 2 は、電力検出器 2 1 から取得した分散電源 2 の出力電力WandSPに基づいて目標供給電力HybP\*を設定し、この目標供給電力HybP\*を変換機電力指令設定部 2 4 に出力する。

他方、充放電指令設定部 2 3 では、充電率計算部 3 1、減算器 3 2、第 1 の比例器 3 3、積分器 3 4、加算器 3 5 及び第 2 の比例器 4 0 の作用により、蓄電装置 1 1 の充電状態を目標充電状態に近づけるための充放電指令OffsetP\*が設定され、この充放電指令OffsetP\*が変換機電力指令設定部 2 4 に出力される。

【 0 0 2 7 】

この結果、変換機電力指令設定部 2 4 には、電力検出器 2 1 から分散電源 2 の出力電力WandSPが、平滑化回路 2 2 から目標供給電力HybP\*が、充放電指令設定部 2 3 から充放電指令OffsetP\*がそれぞれ入力される。変換機電力指令設定部 2 4 は、目標供給電力HybP\*から出力電力WandSPを差し引いた値に、充放電指令OffsetP\*を加算することにより、変換機電力指令InvP\*を設定し、この変換機電力指令InvP\*を電力変換機 1 2 へ出力する。

これにより、この変換機電力指令InvP\*に基づく、蓄電装置 1 1 からの或いは蓄電装置への電力供給が電力変換機 1 2 によって実現される。

上述したように、時々刻々と変化する蓄電装置 1 1 の充電率に基づいて設定された充放電指令OffsetP\*を変換機電力指令部 2 4 にフィードバックさせ、この充放電指令OffsetP\*を変換機電力指令InvP\*を設定する際のパラメータの 1 つとして利用するので、蓄電装置 1 1 の充電状態を考慮しながら、分散電源 2 の電力変動を抑制させる電力供給を実現させることが可能となる。

【 0 0 2 8 】

次に、上述した充放電指令設定部 2 3 の第 1 の比例器 3 3 の比例ゲインHp及び積分器 3 4 の積分時間Tiの設定手法について、説明する。

まず、上記比例器 3 3 の比例ゲインHp及び積分器 3 4 の積分時間Tiは、以下の(3)式から(5)式に示す条件を満たすように設定される。

$$T_i > 0 \quad (3)$$

$$T_2 > 0 \quad (4)$$

$$H_p > T_2 / T_i \quad (5)$$

ここで、T2は、電力変換機 1 2 の一次遅れ時間である。

【 0 0 2 9 】

以下、上記比例ゲインHp及び積分時間Tiの導出手法について説明する。

例えば、図 1 に示した制御装置 1 3 の各要素を数値モデル化し、制御装置 1 3 全体の伝達関数を求める。

まず、一例として、平滑化回路 2 2 を一次遅れの伝達関数を持つ制御モデルとして扱うと、平滑化回路の出力である目標供給電力HybP\*は、以下の(6)式にて表される。

$$HybP^* = \{ 1 / ( 1 + s T_1 ) \} \cdot WandSP \quad (6)$$

ここで、sはラプラス演算子、T1は一時遅れ時間(s)である。

【 0 0 3 0 】

続いて、変換機電力指令設定部 2 4 により設定される変換機電力指令InvP\*は、充放電指令OffsetP\*を考慮しないと、以下の(7)式により表される。

$$InvP^* = HybP^* - WandSP \quad (7)$$

次に、電力変換機 1 2 の制御の遅れを等価的に一次遅れで表したときの一次遅れ時間T2を考慮すると、電力変換機 1 2 の出力電力InvPは、以下の(8)式により表される。

$$\begin{aligned} InvP &= \{ 1 / ( 1 + s T_2 ) \} \cdot InvP^* \\ &= \{ 1 / ( 1 + s T_2 ) \} \cdot ( HybP^* - WandSP ) \end{aligned} \quad (8)$$

【 0 0 3 1 】

一方、蓄電装置 1 1 の充電率BatCは、電力変換機 1 2 の出力電力InvPに伴い変化する

10

20

30

40

50

ため、電力変換機 1 2 の出力電力  $InvP$  を用いて表すことができる。

ここで、仮に、あらゆる動作状態での電力変換機効率、二次電池効率が既知であるとするならば、蓄電装置 1 1 の充電率  $BatC$  は、下記の ( 9 ) 式により表される。

【数 1】

$$BatC = \frac{1}{s} \frac{100\alpha\beta}{3600Ph} (-InvP) = \frac{1}{s} \frac{100\alpha\beta}{3600Ph} \frac{1}{1+sT2} (-InvP^*) \quad (9)$$

10

上記 ( 9 ) 式において、 $\alpha$  は電力変換機効率に係る定数、 $\beta$  は二次電池効率に係る定数、 $3600Ph$  は、電池定格電力量を時間から秒に換算した値である。

【0032】

次に、図 1 に示した充放電指令設定部 2 3 の制御モデルは、以下の ( 10 ) 式の伝達関数にて表すことができる。

【数 2】

$$\frac{InvPT \cdot (1 + Hp / sTi)}{100} \quad (10)$$

20

【0033】

そして、以上のことを考慮して、図 1 に示した制御装置 1 3 を制御モデルとして表すと図 3 ( a ) に示すようなブロック線図を得ることができる。

ここで、図 3 ( a ) に示したフィードバック系のブロック線図を開ループとし、蓄電装置 1 1 及び充放電指令設定部 2 3 に係る伝達関数を 1 つにまとめると、図 3 ( b ) のように表すことができる。この結果、蓄電装置 1 1 及び充放電指令設定部 2 3 に係る伝達関数は、以下の ( 11 ) 式で表される。

30

【数 3】

$$\frac{sTi \cdot 100 \cdot \alpha\beta}{s^3(3600Ph)T2 \cdot Ti + s^2(3600Ph) \cdot Ti + s\alpha\beta \cdot Ti \cdot Hp \cdot InvPT + \alpha\beta \cdot InvPT} \quad (11)$$

40

【0034】

そして、上記制御モデルを簡易化するため、 $\alpha = \beta = 1$  として、電力変換機効率、二次電池効率が 100% の場合を考えると、蓄電装置 1 1 及び充放電指令設定部 2 3 に係る伝達関数は、以下の ( 12 ) 式で表される。

【数 4】

$$\frac{sTi \cdot 100}{s^3(3600Ph)T2 \cdot Ti + s^2(3600Ph) \cdot Ti + s \cdot Ti \cdot Hp \cdot InvPT + InvPT} \quad (12)$$

【0035】

ここで、上記伝達関数の特性方程式は、上記(12)式における分母となる。そして、この特性方程式が安定となるTi、T2、及びHpの条件をラウス・フルビッツの安定判別により求めると、上述した(3)式、(4)式、及び(5)式の条件を得ることができる。

10

ここで、第1の比例器33の比例ゲインHpは、蓄電装置11の充電状態を目標の状態に到達させるために行う充放電制御をどの程度優先させるかの割合を決定するパラメータとすることができる。例えば、第1の比例器33のゲインHpを大きな値に設定する程、電力系統4への電力供給よりも蓄電装置11の充電状態を目標の状態に近づけるように、充放電制御が実施されるので、電池保護の効果を高めることができる。

一方、ゲインを小さく設定するほど、電池状態の良し悪しよりも電力系統4への放電を優先させた制御を実現させることが可能となる。

20

電力貯蔵装置1は、その目的から、電池状態が過充電又は過放電にならないぎりぎりの範囲で、最大限に電力を取り出せるような利用形態が理想的である。従って、第1の比例器のゲインHpは、制御系が不安定にならない範囲内、つまり上記(3)式から(5)式の条件を満たす範囲において、できるだけ小さな値に設定されることが好ましい。これにより、電力供給源として、電力貯蔵装置1を最大限に活用することが可能となる。

【0036】

以上述べてきたように、本実施形態に係る電力貯蔵装置1によれば、充放電指令設定部23が蓄電装置11の充電状態を目標充電状態に近づけるための充放電指令OffsetP\*を設定し、変換機電力指令設定部24が充放電指令設定部23により設定された充放電指令OffsetP\*、電力系統4へ供給する目標供給電力HybP\*、並びに発電装置11の出力電力WandSPに基づいて、変換機電力指令InvP\*を設定する。

30

このように、変換機電力指令設定部24は、蓄電装置11の充放電を制御する変換機電力指令InvP\*を設定する際に、蓄電装置の充電状態を目標の充電状態に近づけるための充放電指令OffsetP\*をパラメータの1つとして利用するので、蓄電装置11の状態を目標に近い状態に保つことが可能となる。

更に、充放電指令設定部23が、蓄電装置11の保護の目的よりも、電力系統4への電力供給を優先させた制御を行うように、充放電指令OffsetP\*を、つまりは、第1の比例器33のゲインHpを設定することによって、蓄電装置11が過充電或いは過放電にならない残容量の領域で、蓄電装置11の電力量を有効に活用しながら、電力系統4への出力を効果的に行うことができる。

40

更に、充放電指令設定部23は、基準充放電指令を積分する積分器34を備えるので、基準充放電指令の変化量が大きい場合でも、この変化量を緩やかにすることが可能となる。

【0037】

なお、上述した電力貯蔵装置1の制御装置13は、アナログ回路などのハードウェアによって実現されても良いし、マイクロコンピュータによる処理により実現されてもよい。マイクロコンピュータにより実現する場合には、制御装置13の各構成要素が実現する機能をプログラムの形式によりメモリに格納しておき、CPUがメモリからプログラムを読み出して実行することにより、上述の動作を実現する。

【0038】

50

## 〔第2の実施形態〕

次に、本発明の第2の実施形態に係る電力貯蔵装置について説明する。図4は、本発明の第2の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

本実施形態に係る電力貯蔵装置は、上述した第1の実施形態に係る電力貯蔵装置と略構成を同じくするが、充放電指令設定部23が上下限リミッタ(リミッタ)36を更に備えている点で異なる。

具体的には、上下限リミッタ36は、加算器35と第2の比例器40との間に設けられている。上下限リミッタ36は、充放電指令設定部23の加算器35から出力された値 $OffsetP^*$ を、最小値LLから最大値HHの範囲内となるように制限し、出力する。上下限リミッタ36からのオフセット指令 $OffsetLimit^*$ は、第2の比例器40に入力されることにより、所定のゲインが与えられ、充放電指令 $OffsetP^*$ が変換機電力指令設定部24に出力される。

以上述べたように、本実施形態に係る電力貯蔵装置によれば、充放電指令設定部23が上下限リミッタ36を備えるので、変換機電力指令設定部24に与える充放電指令 $OffsetP^*$ を所定の範囲内に抑制することが可能となり、制御性を向上させることができる。

## 【0039】

## 〔第3の実施形態〕

次に、本発明の第3の実施形態に係る電力貯蔵装置について説明する。図5は、本発明の第3の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

本実施形態に係る電力貯蔵装置は、上述した第2の実施形態に係る電力貯蔵装置と略構成を同じくするが、充放電指令設定部23が変化率リミッタ(変化率抑制手段)37を更に備えている点で異なる。

## 【0040】

具体的には、変化率リミッタ37は、上下限リミッタ36と第2の比例器40との間に設けられている。上下限リミッタ36から出力された制限されたオフセット指令 $OffsetLimit^*$ は、変化率リミッタ37に入力される。変化率リミッタ37は、オフセット指令の変化率を所定の値以下に制限して、制限後のオフセット指令 $Offsetrmp^*$ を第2の比例器40に出力する。第2の比例器40は、変化率リミッタ37からのオフセット指令 $Offsetrmp^*$ に所定のゲインを与える。そして、この値を充放電指令 $OffsetP^*$ として変換機電力指令設定部24に出力する。

以上述べたように、本実施形態に係る電力貯蔵装置によれば、充放電指令設定部23が変化率リミッタ37を備えるので、変換機電力指令設定部24に与える充放電指令 $OffsetP^*$ の変化率を所定の値以下に抑制することが可能となり、制御性を向上させることができる。

## 【0041】

## 〔第4の実施形態〕

次に、本発明の第4の実施形態に係る電力貯蔵装置について説明する。図6は、本発明の第4の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

本実施形態に係る電力貯蔵装置は、上述した第3の実施形態に係る電力貯蔵装置と略構成を同じくするが、充放電指令設定部23が微分器38を更に備えている点で異なる。

## 【0042】

具体的には、微分器38は、減算器32と加算器35との間に、比例器33や積分器34と並列に設けられている。減算器32から出力された基準充放電指令は、微分器38に入力されることにより、微分されて、加算器35へ出力される。

このように、本実施形態に係る電力貯蔵装置によれば、充放電指令設定部23が微分器38を備えるので、制御性を向上させることができる。

## 【0043】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

【図2】図1の充電率計算部31が実現する機能を示した機能ブロック図である。

【図3】図1の制御装置を制御モデルとして表した図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

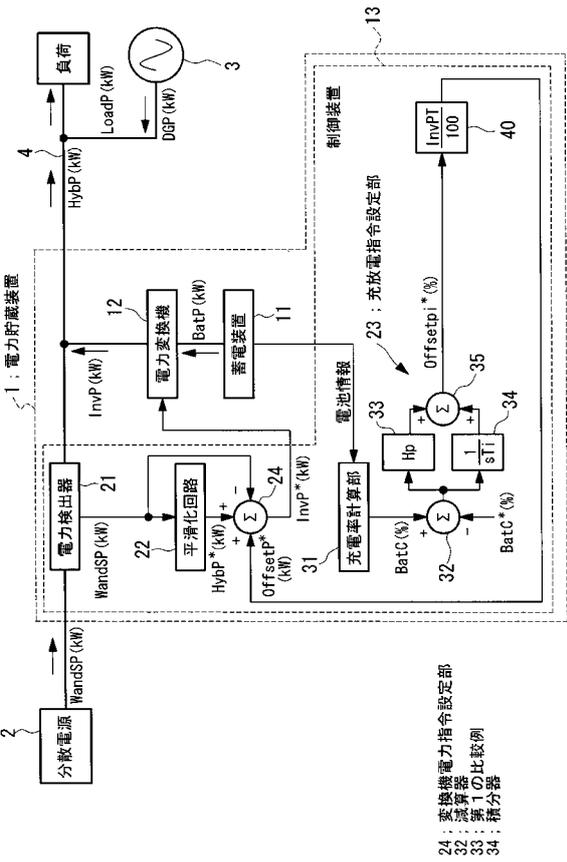
【図6】本発明の第4の実施形態に係る電力貯蔵装置を適用したハイブリッド型分散電源システムの構成概略図である。

【符号の説明】

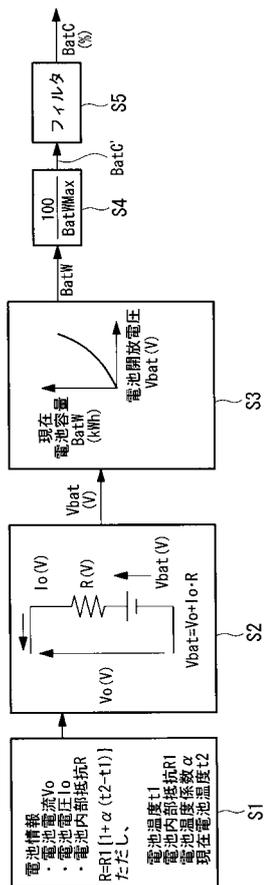
【0045】

- |    |            |    |
|----|------------|----|
| 1  | 電力貯蔵装置     |    |
| 2  | 分散電源       |    |
| 11 | 蓄電装置       | 20 |
| 12 | 電力変換機      |    |
| 13 | 制御装置       |    |
| 21 | 電力検出器      |    |
| 22 | 平滑化回路      |    |
| 23 | 充放電指令設定部   |    |
| 24 | 変換機電力指令設定部 |    |
| 31 | 充電率計算部     |    |
| 32 | 減算器        |    |
| 33 | 第1の比例器     |    |
| 34 | 積分器        | 30 |
| 35 | 加算器        |    |
| 36 | 上下限リミッタ    |    |
| 37 | 変化率リミッタ    |    |
| 38 | 微分器        |    |
| 40 | 第2の比例器     |    |

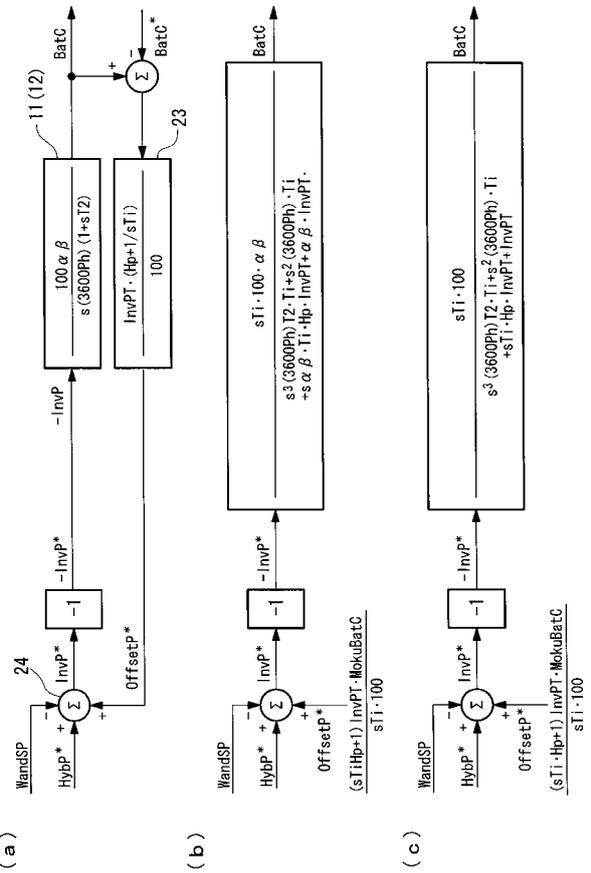
【図1】



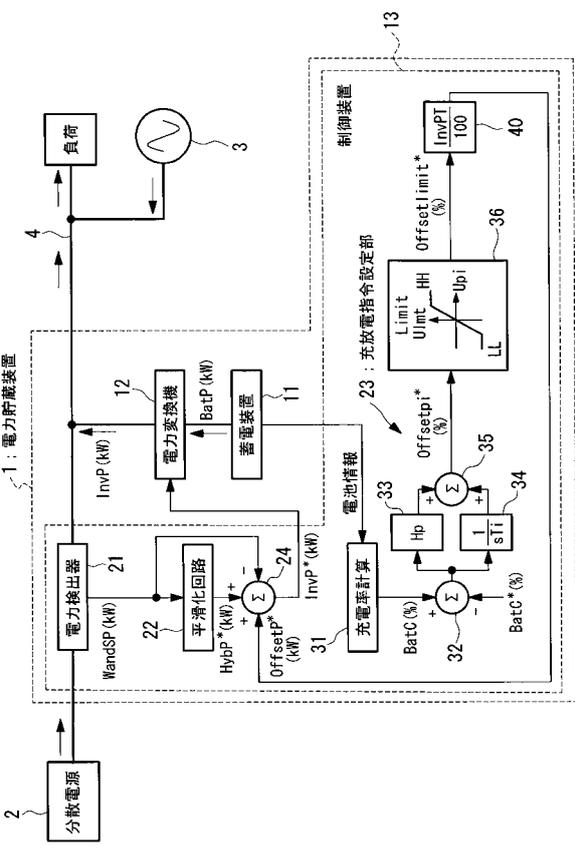
【図2】



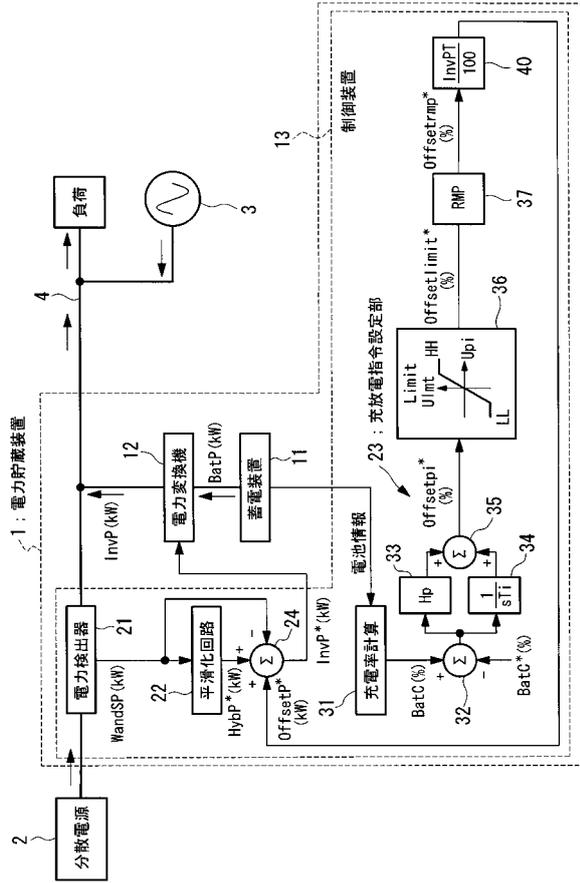
【図3】



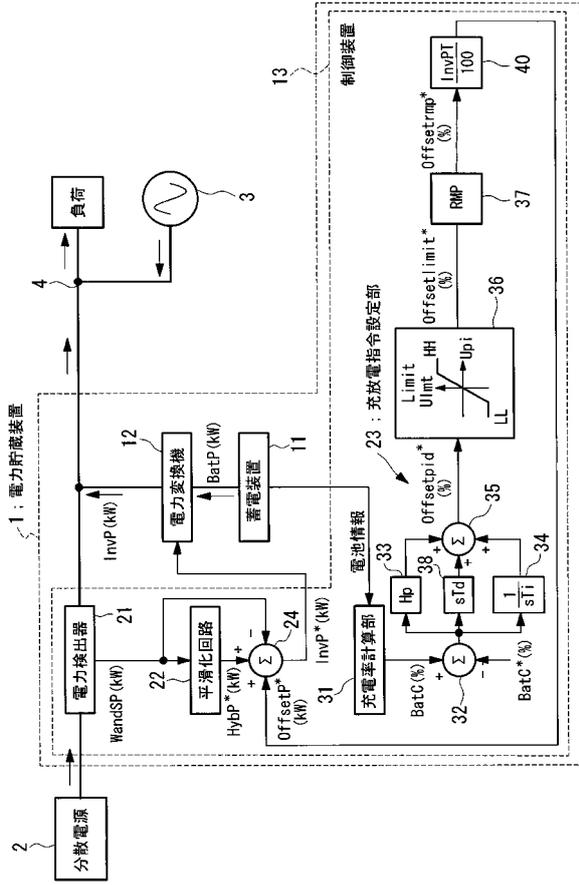
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 重水 哲郎

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

(72)発明者 後藤 正人

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

(72)発明者 吉岡 正博

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

審査官 矢島 伸一

(56)参考文献 特開2001-327080(JP,A)

特開2001-268806(JP,A)

特開2001-298872(JP,A)

特開2003-333751(JP,A)

特開2002-017044(JP,A)

特開2003-317808(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00 - 7/36

H02J 15/00