

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5896096号  
(P5896096)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO2J</b>	<b>7/35</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO2J</b>	<b>7/35</b>	<b>K</b>
<b>HO2J</b>	<b>3/32</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO2J</b>	<b>3/32</b>	
<b>HO2J</b>	<b>3/38</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO2J</b>	<b>3/38</b>	<b>110</b>
			<b>HO2J</b>	<b>3/38</b>	<b>130</b>

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-562227 (P2015-562227)	(73) 特許権者	501137636
(86) (22) 出願日	平成27年9月1日(2015.9.1)		東芝三菱電機産業システム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/074845		東京都中央区京橋三丁目1番1号
審査請求日	平成27年12月22日(2015.12.22)	(74) 代理人	100082175
早期審査対象出願			弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100106150
			弁理士 高橋 英樹
		(72) 発明者	花田 雅人
			東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
		(72) 発明者	鶴丸 大介
			東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内
		審査官	大手 昌也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電設備および発電制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

天候によって発電電力が変動する発電装置を有する発電システムと、蓄電池を有する蓄電池システムと、前記発電システムと蓄電池システムと電力系統とを接続する設備内電線とを備え、前記電力系統に供給される電力の1制御周期あたりの変化が、定格出力の規定割合以内に収まるように、前記発電システムが前記設備内電線に供給する電力の一部を前記蓄電池システムに充電させる発電設備であって、

前記発電システムが前記設備内電線に供給する電力の現在値から前記蓄電池システムが充電する電力の現在値を減じた値に、前記定格出力の前記規定割合に応じた電力値と、前記蓄電池システムの前記1制御周期あたりの充電電力の最大値とを加えた発電許容電力値を算出する発電許容電力値算出手段と、

次制御周期において、前記発電装置から供給される電力が前記発電許容電力値よりも大きい場合に、前記発電システムが前記設備内電線に供給する電力を前記発電許容電力値以下に抑制する出力抑制手段と、を有する発電制御装置を備えること、を特徴とする発電設備。

【請求項2】

前記蓄電池システムの定格出力は、前記発電システムの定格出力よりも小さいこと、を特徴とする請求項1記載の発電設備。

【請求項3】

10

20

天候によって発電電力が変動する発電装置を有する発電システムと、  
蓄電池を有する蓄電池システムと、  
前記発電システムと蓄電池システムと電力系統とを接続する設備内電線とを備え、  
前記電力系統に供給される電力の1制御周期あたりの変化が、定格出力の規定割合以内に収まるように、前記発電システムが供給する電力の一部を前記蓄電池システムに充電させる発電設備に設けられる発電制御装置であって、  
前記発電システムが前記設備内電線に供給する電力の現在値から前記蓄電池システムが充電する電力の現在値を減じた値に、前記定格出力の前記規定割合に応じた電力値と、前記蓄電池システムの前記1制御周期あたりの充電電力の最大値とを加えた発電許容電力値を算出する発電許容電力値算出手段と、  
次制御周期において、前記発電装置から供給される電力が前記発電許容電力値よりも大きい場合に、前記発電システムが前記設備内電線に供給する電力を前記発電許容電力値以下に抑制する出力抑制手段と、  
を備えることを特徴とする発電制御装置。

10

【請求項4】

前記蓄電池システムの定格出力は、前記発電システムの定格出力よりも小さいこと、  
を特徴とする請求項3記載の発電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、発電システムと、蓄電池システムと、発電システムと蓄電池システムと電力系統とを接続する設備内電線とを備える発電設備、および発電設備に設けられる発電制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

電力系統は、発電設備と負荷設備とを送配電設備によって接続することで構築されている。電力系統には、複数の大規模発電所と多数の工場や商業施設及び家庭とを接続する大規模なシステムから、特定の施設内で構築される小規模なシステムまで様々な規模のものが存在する。

【0003】

発電設備の1つとして、太陽光や風力等の自然エネルギーを利用した発電システムを備えるものがある。自然エネルギーを利用した発電システムは、昨今のエネルギー問題或いは環境問題に対する意識の高まりをうけて広く導入されつつある。しかし、自然エネルギーを利用した発電システムには、季節や天候等の自然的要因によって発電電力が左右されやすいために安定した電力供給を行えないという短所がある。この短所を補うために、発電システムと蓄電池システムと組み合わせた発電設備が考えられている。

30

【0004】

蓄電池システムは、発電設備が電力系統に供給する電力を安定させるための1つの手段として用いられる。かつては、大量の電力の貯蔵は困難であるとされていたが、リチウムイオン電池やナトリウム硫黄電池のような大容量の蓄電池が実用化されたことによって、大量の電力の貯蔵が可能になった。このような蓄電池を備えた蓄電池システムを発電システムに接続することにより、電力の需要に対して供給が過剰なときには、過剰な電力を蓄電池に充電し、電力の需要に対して供給が不足するときには、蓄電池からの放電により電力の不足を補填する運用が可能である。自然エネルギーを利用した発電システムに蓄電池システムを組み合わせることで、季節や天候等によって変動する発電電力を蓄電池の充放電により平準化させて、電力系統に安定した電力供給を行うことが可能になる。

40

【0005】

なお、出願人は、本発明に関連するものとして、以下に記載する文献を認識している。特許文献1には、太陽光発電システムと蓄電池システムとが接続され、太陽光発電の発電電力の変動を蓄電池の充放電制御で抑制する構成が開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】日本特開2014-117003号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、発電設備には、電力系統に安定した電力供給を行うために、発電設備の定格出力（発電設備が電力系統に供給可能な最大電力）に対する電力系統に供給される電力の電力変化率（以下、系統供給電力変化率という。）を、 $\pm n\%$  / 分の範囲内に制御することが要求されている。蓄電池システムの定格出力（蓄電池システムが充放電可能な最大電力）が発電システムの定格出力（発電システムが供給可能な最大電力）よりも大きければ、発電システムから設備内電線に供給される電力が急激に増大しても、急激に増大した電力を蓄電池システムに充電させることで、系統供給電力変化率を $\pm n\%$  / 分の範囲内に制御することができる。そのため、電力系統に供給される電力の急激な変化を抑制できる。

10

【0008】

しかし、そのためには発電システムと同等の定格出力を有する蓄電池システムを用意する必要があり、蓄電池システムの定格出力が発電システムの定格出力よりも低い場合には、蓄電池システムの充電能力が足りずに系統供給電力変化率を守れない場合がある。コスト低減の観点から、発電システムよりも低い定格出力の蓄電池システムを備える発電設備において、系統供給電力変化率を規定の範囲内に制御して、電力系統に安定した電力供給を行えることが望まれる。

20

【0009】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、発電システムよりも低い定格出力の蓄電池システムを備える発電設備において、急峻な発電電力の増大があっても、電力系統に安定した電力供給を行うことができる発電設備および発電制御装置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】

【0010】

上記の目的を達成するため、本発明に係る発電設備は以下のように構成される。発電設備は電力系統に接続され、発電システムと、蓄電池システムと、設備内電線と、発電制御装置とを備える。

30

【0011】

発電システムは、天候によって発電電力が変動する発電装置を有する。発電システムは、例えば太陽光発電システムや風力発電システムである。蓄電池システムは、蓄電池を有する。蓄電池は単一の蓄電池セルで構成されていてもよいし、複数の蓄電池セルの集合体として構成されていてもよい。蓄電池の種類としては、リチウムイオン電池やナトリウム硫黄電池やニッケル水素電池等の大容量の蓄電池が好ましい。設備内電線は、発電システムと蓄電池システムと電力系統とを接続する。なお、蓄電池システムの定格出力は、発電システムの定格出力よりも小さい。

40

【0012】

発電設備は、電力系統に供給される電力の1制御周期あたりの変化が、定格出力の規定割合以内に収まるように、発電システムが設備内電線に供給する電力の一部を蓄電池システムに充電させる。制御周期は、例えば数ミリ秒～数十ミリ秒に設定される。

【0013】

発電制御装置は、発電許容電力値算出手段と、出力抑制手段とを有する。発電許容電力値算出手段は、発電システムが設備内電線に供給する電力の現在値から蓄電池システムが充電する電力の現在値を減じた値に、発電設備の定格出力の規定割合に応じた電力値と、蓄電池システムの1制御周期あたりの充電電力の最大値とを加えた発電許容電力値を算出する。

50

## 【 0 0 1 4 】

出力抑制手段は、次制御周期において、発電装置から供給される電力が発電許容電力値よりも大きい場合に、発電システムが設備内電線に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制する。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 5 】

本発明によれば、発電制御装置は、制御周期毎に、次制御周期における最適な発電許容電力値を算出できる。そして、次制御周期において、発電装置から供給される電力が発電許容電力値よりも大きい場合に、発電システムが設備内電線に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制する。制御周期毎に次制御周期における最適な発電許容電力値が算出されるため、蓄電池システムの定格出力が発電システムの定格出力より低い発電設備において、急峻な発電電力の変化があった場合にも、電力系統に供給される電力の1制御周期あたりの変化を発電設備の定格出力の規定割合以内に収めることができる。すなわち、蓄電池システムの能力が低い、コストが低い発電設備において、電力系統に安定した電力供給を行うことができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 6 】

【 図 1 】本発明の実施の形態 1 に係るシステム構成を説明するための概念構成図である。

【 図 2 】本発明の実施の形態 1 に係るシステムのブロック図である。

【 図 3 】太陽光発電システムによる時刻毎の発電電力の変動について説明するための図である。

20

【 図 4 】制御周期毎の発電システム 3 0 の出力と、発電許容電力値の算出について説明するための図である。

【 図 5 】本発明の実施の形態 1 における出力抑制制御について説明するための図である。

【 図 6 】発電制御装置 1 の充放電指令部 6 0 および発電許容電力値算出部 6 1 の処理について説明するためのフローチャートである。

【 図 7 】発電制御装置 1 の出力抑制部 6 2 の処理について説明するためのフローチャートである。

【 図 8 】発電制御装置 1 のハードウェア構成を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

30

## 【 0 0 1 7 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

## 【 0 0 1 8 】

実施の形態 1 .

## [ 実施の形態 1 のシステム構成 ]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るシステム構成を説明するための概念構成図である。図 1 に示す発電設備 1 0 は、電力系統の送電設備 2 0 に接続する。電力系統には、送電設備 2 0 の他、送電設備 2 0 に接続された他の発電設備（図示省略）、送電設備 2 0 に接続された負荷設備（図示省略）が含まれる。

40

## 【 0 0 1 9 】

また、発電設備 1 0 は、天候によって発電電力が変動する発電システム 3 0 と、蓄電池を有する蓄電池システム 4 0 と、発電システム 3 0 と蓄電池システム 4 0 と電力系統とを接続する設備内電線 2 1 を備える。なお、発電設備 1 0 において、蓄電池システム 4 0 の定格出力（蓄電池システム 4 0 が充放電可能な最大電力）は、発電システム 3 0 の定格出力（発電システム 3 0 が供給可能な最大電力）よりも小さい。

## 【 0 0 2 0 】

さらに、発電設備 1 0 は、統括制御装置 5 0 を備える。統括制御装置 5 0 は、コンピュータネットワーク 2 2 を介して発電システム 3 0 および蓄電池システム 4 0 と接続する。発電設備 1 0 と電力系統との連系点には電力計 2 5 が設けられる。電力計 2 5 は、信号線

50

により統括制御装置 5 0 に接続する。

【 0 0 2 1 】

( 発電システム )

図 1 に示す発電システム 3 0 は、太陽光発電 ( P V ) システムである。なお、発電システム 3 0 は、風力発電システム等であってもよい。発電システム 3 0 は、太陽光発電装置 3 1、太陽光発電用のパワーコンディショニングシステム ( 以下、 P V - P C S ) 3 2、電力計 3 3 を備える。太陽光発電装置 3 1 は、複数の P V モジュール 3 1 1、複数の P V モジュール 3 1 1 が接続する接続箱 3 1 2、複数の接続箱 3 1 2 が接続する集電箱 3 1 3 を備える。集電箱 3 1 3 は P V - P C S 3 2 に接続する。複数の P V モジュール 3 1 1 で発電された電力は、集電箱 3 1 3 を介して P V - P C S 3 2 に供給される。

10

【 0 0 2 2 】

P V - P C S 3 2 は、太陽光発電装置 3 1 から供給される直流電力を交流電力に変換する機能を備える。また、P V - P C S 3 2 は、電流センサと電圧センサとを備え、これらのセンサの出力値を参照して電力の調整を実施する。P V - P C S 3 2 は設備内電線 2 1 に接続する。電力計 3 3 は、信号線により統括制御装置 5 0 に接続する。発電システム 3 0 は、コンピュータネットワーク 2 2 を介して蓄電池システム 4 0、統括制御装置 5 0 に接続する。

【 0 0 2 3 】

電力計 3 3 は、発電システム 3 0 から設備内電線 2 1 に供給される供給電力を常時検出する。ただし、本実施の形態でいう常時検出とは、センサから絶え間のない連続した信号を取り込む動作だけでなく、所定の短い周期でセンサの信号を取り込む動作を含む概念である。電力計 3 3 で検出された供給電力値は統括制御装置 5 0 に入力される。

20

【 0 0 2 4 】

( 蓄電池システム )

蓄電池システム 4 0 は、蓄電池装置 4 1、蓄電池用のパワーコンディショニングシステム ( 以下、蓄電池用 P C S ) 4 2 を備える。図 1 に示す蓄電池システム 4 0 は、1つの蓄電池用 P C S 4 2 に対して1つの蓄電池装置 4 1 が接続されているが、これは単なる一例である。一般に、1つの蓄電池用 P C S 4 2 に対して複数の蓄電池装置 4 1 が並列に接続される。蓄電池装置 4 1 の並列数は蓄電池用 P C S 4 2 の仕様に基づいて定められる。蓄電池システム 4 0 は、コンピュータネットワーク 2 2 を介して発電システム 3 0、統括制御装置 5 0 に接続する。

30

【 0 0 2 5 】

蓄電池装置 4 1 は、蓄電池モジュール 4 1 1、及び蓄電池監視装置 ( 以下、B M U : B a t t e r y M a n a g e m e n t U n i t ) 4 1 2 を備える。蓄電池モジュール 4 1 1 は、複数のセルが直列に接続されたモジュールである。各セルはリチウムイオン電池 ( L i B ) である。蓄電池モジュール 4 1 1 は、コンタクタ及びヒューズを介して送電線により蓄電池用 P C S 4 2 に接続する。また、蓄電池モジュール 4 1 1 は、信号線により B M U 4 1 2 に接続する。B M U 4 1 2 は、コンピュータネットワーク 2 2 を介して統括制御装置 5 0 に接続する。

【 0 0 2 6 】

B M U 4 1 2 は、蓄電池モジュール 4 1 1 の状態を監視する。具体的には、B M U 4 1 2 は、蓄電池モジュール 4 1 1 の状態量を計測する手段として電流センサ、電圧センサ、及び温度センサを備える。電流センサによって蓄電池モジュール 4 1 1 に流れる電流が計測される。電圧センサによって各セルの電圧が計測される。そして、温度センサによって蓄電池モジュール 4 1 1 の温度が計測される。B M U 4 1 2 による蓄電池モジュール 4 1 1 の監視は常時行われる。ただし、本実施の形態でいう常時監視とは、センサから絶え間のない連続した信号を取り込む動作だけでなく、所定の短い周期でセンサの信号を取り込む動作を含む概念である。B M U 4 1 2 は、各センサによる計測で得られた情報を含む蓄電池情報を統括制御装置 5 0 に送信する。

40

【 0 0 2 7 】

50

蓄電池用 P C S 4 2 は、変圧器を介して送電線により設備内電線 2 1 に接続される。蓄電池用 P C S 4 2 は、発電システム 3 0 が出力した交流電力を直流電力に変換して蓄電池モジュール 4 1 1 に充電する充電機能と、蓄電池モジュール 4 1 1 の直流電力を交流電力に変換して電力系統に放電する放電機能とを備える。蓄電池モジュール 4 1 1 への充電電力量、及び蓄電池モジュール 4 1 1 からの放電電力量は、蓄電池用 P C S 4 2 によって調整される。蓄電池用 P C S 4 2 による充放電電力量の調整は、統括制御装置 5 0 から供給される充放電指令に従って行われる。充放電指令は、蓄電池用 P C S 4 2 に充放電させる有効電力と無効電力に関する要求を含む。蓄電池用 P C S 4 2 は電流センサと電圧センサとを備え、蓄電池用 P C S 4 2 はこれらのセンサの出力値を参照して充放電電力量の調整を実施する。

10

## 【 0 0 2 8 】

( 統括制御装置 )

統括制御装置 5 0 は、コンピュータネットワーク 2 2 を介して発電システム 3 0、蓄電池システム 4 0 に接続する。統括制御装置 5 0 は、電力系統と発電設備 1 0 との間の電力需給を制御する。例えば、統括制御装置 5 0 は、後述する充放電指令部 6 0 や発電許容電力値算出部 6 1 を備える。

## 【 0 0 2 9 】

電力計 2 5 は、発電設備 1 0 から電力系統に供給される合成電力を常時検出する。合成電力は、発電システム 3 0 が供給する電力と蓄電池システム 4 0 の充放電電力とを合算した電力である。ただし、本実施の形態でいう常時検出とは、センサから絶え間のない連続した信号を取り込む動作だけでなく、所定の短い周期でセンサの信号を取り込む動作を含む概念である。電力計 2 5 で検出された合成電力値は統括制御装置 5 0 に入力される。

20

## 【 0 0 3 0 】

[ 実施の形態 1 の特徴的構成 ]

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係るシステムのブロック図である。本発明に係る発電制御装置 1 は、統括制御装置 5 0 と発電システム 3 0 の一部を含みうる概念である。

## 【 0 0 3 1 】

統括制御装置 5 0 を示すブロック内には、発電制御装置 1 が備える種々の機能のうちの一部がブロックで表されている。同様に、発電システム 3 0 を示すブロック内には、発電制御装置 1 が備える種々の機能のうちの一部がブロックで表わされている。

30

## 【 0 0 3 2 】

( 充放電指令部 )

発電制御装置 1 は、充放電指令機能を有し、その機能は充放電指令部 6 0 が受け持つ。発電制御装置 1 は、電力計 2 5 から合成電力値を受信し、電力計 3 3 から供給電力値を受信し、蓄電池システム 4 0 ( B M U 4 1 2 ) から蓄電池情報を受信する。充放電指令部 6 0 は、合成電力値と供給電力値と蓄電池情報とに基づいて充放電指令を決定し、充放電指令を蓄電池システム 4 0 に送信する。

## 【 0 0 3 3 】

図 3 は、太陽光発電システムによる時刻毎の発電電力の変動について説明するための図である。太陽光発電システムの出力は日射量によって変動する。典型的なのが、晴天時に雲が流れている場合で、雲の影が太陽光パネルの上を通過する過程で、出力が短時間で激しく変動する。太陽光発電の出力変動を打ち消すように蓄電池システム 4 0 に充放電させることで、急峻な変動を平準化する必要がある。

40

## 【 0 0 3 4 】

図 3 に示す例では、破線 3 0 1 に示す太陽光発電システムの出力を相殺するように、蓄電池システム 4 0 に充放電させることで、実線 3 0 2 のように出力変動が緩和される。充放電指令部 6 0 は、太陽光発電の急峻な出力変動を、蓄電池システム 4 0 の充放電制御により平準化させるように充放電指令を決定する。

## 【 0 0 3 5 】

具体的には、発電設備 1 0 には、電力系統に安定した電力供給を行うために、発電設備

50

10の定格出力（発電設備10が電力系統に供給可能な最大電力）に対する電力系統に供給される電力の変化率（以下、系統供給電力変化率という。）を、 $\pm n\%$  / 分の範囲内に制御することが要求されている。そのため、充放電指令部60は、電力系統に供給される電力の1制御周期あたりの変化が、発電設備の定格出力の規定割合以内に収まるように、蓄電池システム40に対する充放電指令を決定する。例えば、発電システム30が設備内電線21に供給する電力が増大する制御周期においては、充放電指令部60は、発電システム30が設備内電線21に供給する電力の一部を蓄電池システム40に充電させる充放電指令を決定する。なお、制御周期は数ミリ秒～数十ミリ秒に設定される。一例として、制御周期が20ミリ秒の場合、上記規定割合は、 $n\%$ の3000分の1である。

#### 【0036】

（発電許容電力値算出部）

図4は、制御周期毎の発電システム30の出力と、発電許容電力値の算出について説明するための図である。実線71は、制御周期毎の発電システム30の出力を示す。点72は、現制御周期におけるサイト出力（発電設備10が電力系統に供給する電力）である。点74は、次制御周期におけるサイト出力である。また、点72は、現制御周期におけるサイト出力上限許容値であり、点73は、現制御周期におけるサイト出力下限許容値である。サイト出力上限許容値は、系統供給電力変化率の最大値（ $+n\%$  / 分）に対応する値である。サイト出力下限許容値は、系統供給電力変化率の最小値（ $-n\%$  / 分）に対応する値である。また、図4に示す（A）～（E）は以下のように定義される。

（A）は、現制御周期において、発電システム30が設備内電線21に供給する電力の現在値であり、電力計33により検出される。

（B）は、蓄電池システム40が充電する電力の現在値であり、充放電指令部60により算出される充放電指令に含まれる。

（C）は、発電設備10の定格出力の規定割合に応じた電力値である。規定割合は、系統供給電力変化率の最大値と制御周期に応じて予め設定された固定値である。

（D）は、蓄電池システム40の1制御周期あたりの充電電力の最大値であり、蓄電池用PCS42の定格出力として予め設定された固定値である。

（E）は、次制御周期における発電許容電力値であり、次制御周期における発電許容電力値は、上記（A）～（E）を用いて次式（1）で表わされる。

$$(E) = (A) - (B) + (C) + (D) \quad \dots (1)$$

#### 【0037】

発電制御装置1は、発電許容電力値算出機能を有し、その機能は発電許容電力値算出部61が受け持つ。発電許容電力値算出部61は、式（1）を用いて、次制御周期における発電許容電力値を算出する。算出された発電許容電力値は、出力抑制部62に送信される。

#### 【0038】

（出力抑制部）

発電制御装置1は、出力抑制機能を有し、その機能は出力抑制部62が受け持つ。出力抑制部62は、制御周期毎に、太陽光発電装置31からPV-PCS32に供給される発電電力が発電許容電力値よりも大きいかを判定する。太陽光発電装置31からPV-PCS32に供給される発電電力は、PV-PCS32内の電流センサと電圧センサの出力値から算出される。判定に用いられる発電許容電力値は、出力抑制部62の処理が実行される1つ前の制御周期において発電許容電力値算出部61により算出された値である。

#### 【0039】

太陽光発電装置31からPV-PCS32に供給される発電電力が発電許容電力値以下である場合には、急激に増大した電力を蓄電池システム40に充電させることで、系統供給電力変化率を $\pm n\%$  / 分以内に制御することが可能である。一方、太陽光発電装置31からPV-PCS32に供給される発電電力が発電許容電力値よりも大きい場合には、蓄電池システム40の充電能力不足のため、急激に増大した電力を蓄電池システム40に充電させるだけでは、系統供給電力変化率を $\pm n\%$  / 分以内に制御することができない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

図 5 は、本発明の実施の形態 1 における出力抑制制御について説明するための図である。次制御周期において、太陽光発電装置 3 1 から P V - P C S 3 2 に供給される発電電力が発電許容電力値よりも大きい場合には、破線 7 5 で示すような発電システム 3 0 の出力を回避するため、出力抑制部 6 2 は、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制する出力抑制制御を実行する（矢印 7 6）。具体的には、出力抑制部 6 2 は、P V - P C S 3 2 に対して、P V - P C S 3 2 が設備内電線 2 1 に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制させる制御を実行する。

## 【 0 0 4 1 】

（フローチャート）

10

図 6 は、発電制御装置 1 の充放電指令部 6 0 および発電許容電力値算出部 6 1 の処理について説明するためのフローチャートである。図 6 に示す制御ルーチンは制御周期毎に実行される。

## 【 0 0 4 2 】

電力計 3 3 は、発電システム 3 0 から設備内電線 2 1 に供給される供給電力を常時検出する。統括制御装置 5 0 は、電力計 3 3 により検出された供給電力値を制御周期毎に取得する（ステップ S 1 0 1）。

## 【 0 0 4 3 】

電力計 2 5 は、発電設備 1 0 から電力系統に供給される合成電力を常時検出する。統括制御装置 5 0 は、電力計 2 5 により検出された合成電力値を制御周期毎に取得する（ステップ S 1 0 2）。

20

## 【 0 0 4 4 】

蓄電池システム 4 0 は、蓄電池情報を統括制御装置 5 0 に送信する（ステップ S 3 0 1）。蓄電池情報には、蓄電池モジュール 4 1 1 に流れる電流、各セルの電圧、蓄電池モジュール 4 1 1 の温度が含まれる。統括制御装置 5 0 は、蓄電池システム 4 0 から送信された蓄電池情報を制御周期毎に受信する（ステップ S 1 0 3）。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 の処理後、充放電指令部 6 0 は充放電指令を決定する（ステップ S 1 0 4）。具体的には、充放電指令部 6 0 は、ステップ S 1 0 1 において取得した供給電力と、ステップ S 1 0 2 において取得した合成電力と、ステップ S 1 0 3 において取得した蓄電池情報とに基づいて、系統供給電力変化率が  $\pm n\%$  / 分の変動範囲内に収まるように充放電指令を決定する。例えば、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力が増大する制御周期においては、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力の一部を蓄電池システム 4 0 に充電させる充放電指令が決定される。

30

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 0 4 の処理後、充放電指令部 6 0 は、充放電指令を蓄電池システム 4 0 に送信する（ステップ S 1 0 5）。蓄電池システム 4 0 は、統括制御装置 5 0 から送信された充放電指令を受信する（ステップ S 3 0 2）。蓄電池用 P C S 4 2 は、受信した充放電指令に従って充放電操作を実行する（ステップ S 3 0 3）

## 【 0 0 4 7 】

40

ステップ S 1 0 4 の処理後、発電許容電力値算出部 6 1 は、現制御周期においてステップ S 1 0 1、S 1 0 3、S 1 0 4 で得られた値と、上述した式 ( 1 ) を用いて、次制御周期における発電許容電力値を算出する（ステップ S 1 0 6）。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 0 6 の処理後、統括制御装置 5 0 は、発電許容電力値を発電システム 3 0 に送信する（ステップ S 1 0 7）。発電システム 3 0 は、統括制御装置 5 0 から送信された発電許容電力値を受信する（ステップ S 2 0 1）。

## 【 0 0 4 9 】

図 7 は、発電制御装置 1 の出力抑制部 6 2 の処理について説明するためのフローチャートである。図 7 に示す制御ルーチンは制御周期毎に実行される。ここでは、図 6 に示す制

50



御ルーチンが実行された制御周期の次の制御周期における処理について説明する。

【 0 0 5 0 】

出力抑制部 6 2 は、太陽光発電装置 3 1 から P V - P C S 3 2 に供給される発電電力を取得する（ステップ S 2 1 0）。また、出力抑制部 6 2 は、図 7 に示す制御ルーチンが実行される 1 つ前の制御周期において図 6 のステップ S 2 0 1 において受信した発電許容電力値を、出力抑制部 6 2 に設定する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 1 0 および S 2 1 1 の処理後、出力抑制部 6 2 は、太陽光発電装置 3 1 から P V - P C S 3 2 に供給される発電電力が発電許容電力値よりも大きいかを判定する（ステップ S 2 1 2）。

10

【 0 0 5 2 】

太陽光発電装置 3 1 から P V - P C S 3 2 に供給される発電電力が発電許容電力値よりも大きい場合には、出力抑制部 6 2 は、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制する（ステップ S 2 1 3）。

【 0 0 5 3 】

一方、太陽光発電装置 3 1 から P V - P C S 3 2 に供給される発電電力が発電許容電力値以下である場合には、出力抑制部 6 2 は、出力を抑制する制御を実行しない（ステップ S 2 1 4）。

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、本実施形態のシステムによれば、発電制御装置 1 は、制御周期毎に、次制御周期における最適な発電許容電力値を算出できる。そして、次制御周期において、太陽光発電装置 3 1 から供給される電力が発電許容電力値よりも大きい場合に、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力を発電許容電力値以下に抑制する。制御周期毎に次制御周期における最適な発電許容電力値が算出されるため、蓄電池システム 4 0 の定格出力が発電システム 3 0 の定格出力より低い発電設備 1 0 において、急峻な発電電力の変化（1 制御周期で上述した（C）+（D）を超える電力変化）があった場合にも、電力系統に供給される電力の 1 制御周期あたりの変化を発電設備 1 0 の定格出力の規定割合以内に収めることができる。すなわち、蓄電池システム 4 0 の能力が低い、コストが低い発電設備 1 0 において、電力系統に安定した電力供給を行うことができる。

20

【 0 0 5 5 】

また、本発明によれば、制御周期毎に最適な発電許容電力値が算出されるため、各制御周期において出力抑制を必要最低限とすることができる。そのため、出力抑制スケジュールが予め定められている場合に比して、不必要な発電電力の抑制が少なく、発電効率を高めることが可能である。

30

【 0 0 5 6 】

尚、実施の形態 1 において、符号 6 0 ~ 6 2 に示す各部は、発電制御装置 1 が有する機能を示す。図 8 は、発電制御装置 1 のハードウェア構成を示す図である。発電制御装置 1 は、ハードウェア資源として、各種情報を入出力する入出力インタフェース（図示省略）、各種情報および各種プログラムを記憶するメモリ 2 0 1、メモリ 2 0 1 に記憶された各種情報および各種プログラムに基づいて演算処理を実行可能なプロセッサ 2 0 0 を含む回路を備える。発電制御装置 1 は、メモリ 2 0 1 に記憶されたプログラムをプロセッサ 2 0 0 によって実行することにより各部 6 0 ~ 6 2 が有する各機能を実現する。発電制御装置 1 は、複数のプロセッサ 2 0 0 を備えても良い。発電制御装置 1 は、複数のメモリ 2 0 1 を備えても良い。発電制御装置 1 は、複数の入出力インタフェースを備えても良い。即ち、複数のプロセッサ 2 0 0 と複数のメモリ 2 0 1 と複数の入出力インタフェースが連携して各部 6 0 ~ 6 2 が有する各機能を実現しても良い。また、各部 6 0 ~ 6 2 が有する各機能の一部又は全部は、回路によって構成されてもよい。

40

【 0 0 5 7 】

なお、図 2 に示すように、発電制御装置 1 は、統括制御装置 5 0 と発電システム 3 0 とがコンピュータネットワーク 2 2 で接続されて構成されてもよい。この場合、統括制御装

50

置 5 0、発電システム 3 0 がそれぞれプロセッサ、メモリ、入出力インタフェースを有する。

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

1	発電制御装置	
1 0	発電設備	
2 0	電力系統の送電設備	
2 1	設備内電線	
2 2	コンピュータネットワーク	
2 5	電力計	10
3 0	発電システム	
3 1	太陽光発電装置	
3 2	P V - P C S	
3 3	電力計	
4 0	蓄電池システム	
4 1	蓄電池装置	
4 2	蓄電池用 P C S	
5 0	統括制御装置	
6 0	充放電指令部	
6 1	発電許容電力値算出部	20
6 2	出力抑制部	
2 0 0	プロセッサ	
2 0 1	メモリ	
3 1 1	P V モジュール	
3 1 2	接続箱	
3 1 3	集電箱	
4 1 1	蓄電池モジュール	
4 1 2	B M U	

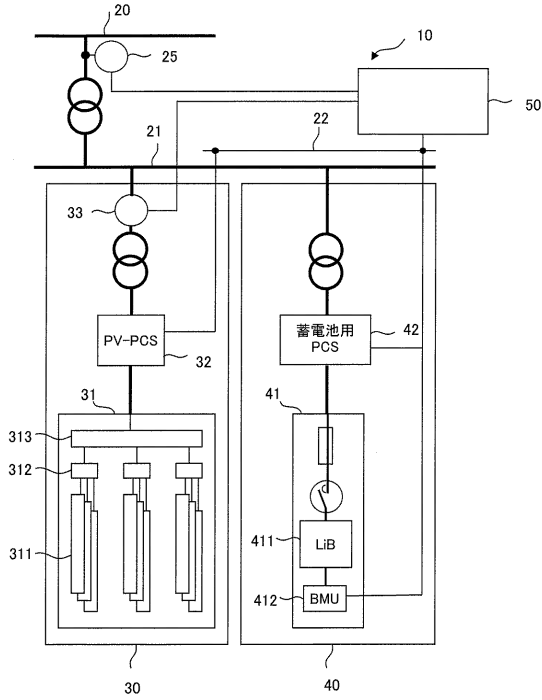
【要約】

発電設備 1 0 は、発電システム 3 0 と蓄電池システム 4 0 と設備内電線 2 1 とを備える。発電設備 1 0 は、電力系統に供給される電力の 1 制御周期あたりの変化が、発電設備 1 0 の定格出力の規定割合以内に収まるように、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力の一部を蓄電池システム 4 0 に充電させる。発電制御装置 1 は、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力の現在値から蓄電池システム 4 0 が充電する電力の現在値を減じた値に、前記定格出力の前記規定割合に応じた電力値と、蓄電池システム 4 0 の 1 制御周期あたりの充電電力の最大値とを加えた発電許容電力値を算出する。また、発電制御装置 1 は、次制御周期において、発電装置 1 0 から供給される電力が前記発電許容電力値よりも大きい場合に、発電システム 3 0 が設備内電線 2 1 に供給する電力を前記発電許容電力値以下に抑制する。

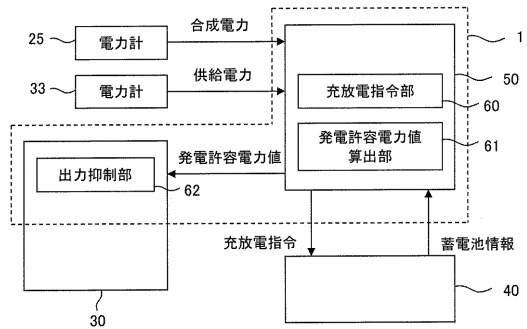
30

40

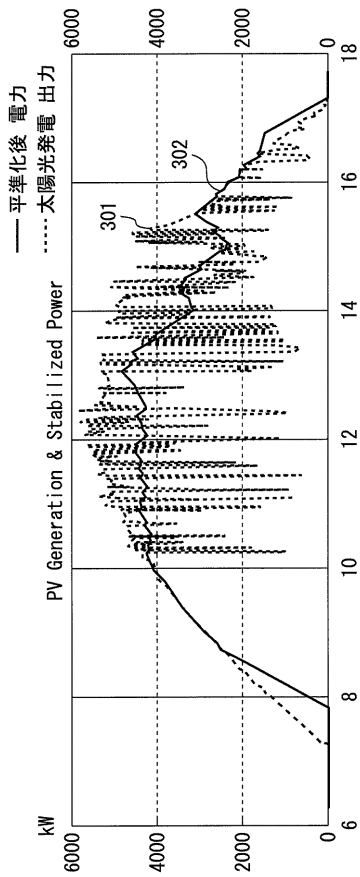
【図1】



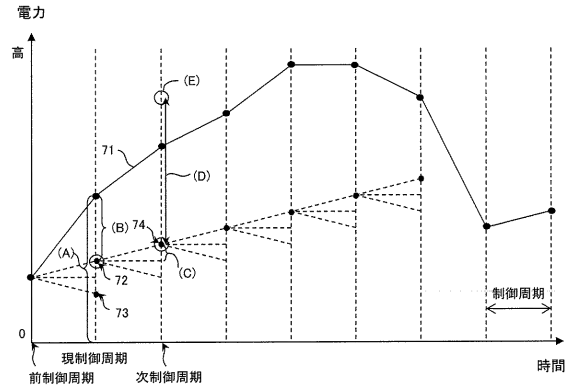
【図2】



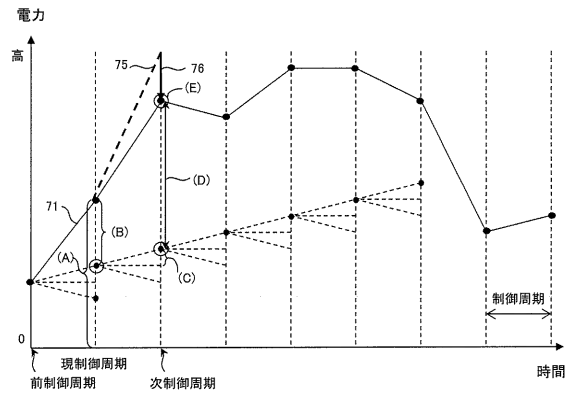
【図3】



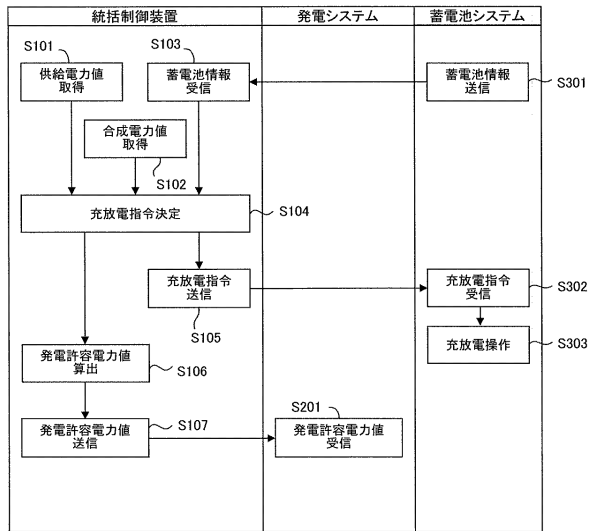
【図4】



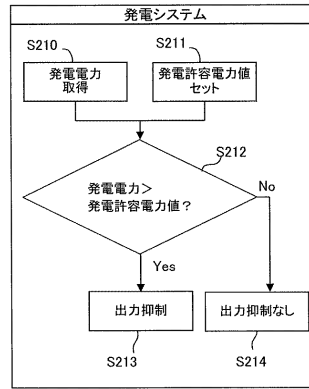
【図5】



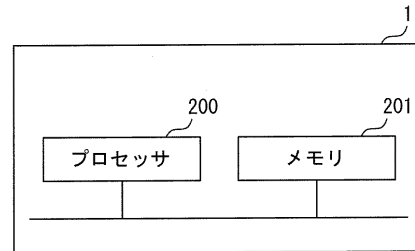
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-176234(JP,A)  
特開2013-179737(JP,A)  
特開2014-200120(JP,A)  
特開2006-174694(JP,A)  
国際公開第2011/122681(WO,A1)  
国際公開第2014/071459(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/35  
H02J 3/32  
H02J 3/38