

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-184812

(P2020-184812A)

(43) 公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 3/32 (2006.01)	H02J 3/32	5G066
H02J 3/38 (2006.01)	H02J 3/38 110	5G503
H02J 7/35 (2006.01)	H02J 3/38 120	
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 3/38 170	
	H02J 7/35 K	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 29 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-86555 (P2019-86555)
 (22) 出願日 平成31年4月26日 (2019.4.26)

(71) 出願人 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100107641
 弁理士 鎌田 耕一
 (74) 代理人 100202201
 弁理士 兒島 淳一郎
 (72) 発明者 森本 篤史
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
 ソニック株式会社内
 Fターム(参考) 5G066 AE09 HB04 HB06 HB07 HB09
 JA05 JB03
 5G503 AA01 AA05 AA06 AA07 BA01
 BB02 BB03 DA16 GA01 GB03
 GB06

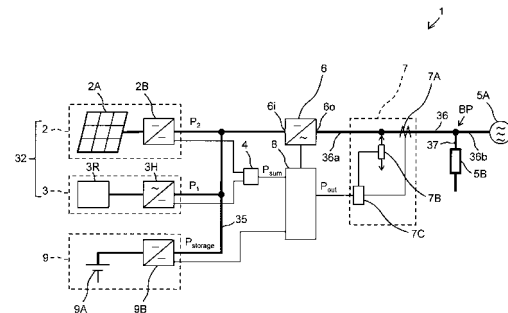
(54) 【発明の名称】 分散型電源システム、制御装置および制御方法

(57) 【要約】

【課題】電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る技術を提供する。

【解決手段】制御装置8は、複数の発電装置32の合計発電電力 P_{sum} から指令合計発電電力 P_{sum}^* を差し引いた差分電力 P_{delta} を演算する。制御装置8は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を増加させる第2処理を実行する場合には第2処理を実行する前に第1発電電力 P_1 を減少させる第1処理を実行する。制御装置8は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を減少させる第4処理を実行する場合には第4処理を実行する前に第1発電電力 P_1 を増加させる第3処理を実行する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 発電装置を含む複数の発電装置と、
前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、
前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、
第 1 検出装置と、
前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第 1 検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させる制御装置と、を備え、
前記第 1 発電装置の発電電力を第 1 発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、前記制御装置は、
前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算し、
前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第 2 処理を実行する場合には前記第 2 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を減少させる第 1 処理を実行し、
前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第 4 処理を実行する場合には前記第 4 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を増加させる第 3 処理を実行する、
分散型電源システム。

10

20

【請求項 2】

前記制御装置は、前記第 1 発電装置が有する指令第 1 発電電力をある制御周期で更新し、
前記第 1 発電電力は、前記第 1 発電装置が有する前記指令第 1 発電電力に追従し、
前記制御周期は、1 ミリ秒以下である、
請求項 1 に記載の分散型電源システム。

【請求項 3】

前記第 1 発電装置は、熱を利用して発電する熱発電装置、または、燃料電池発電装置である、
請求項 1 または 2 に記載の分散型電源システム。

30

【請求項 4】

前記複数の発電装置は、第 2 発電装置を含み、
前記第 2 発電装置は、再生可能エネルギーを利用した発電装置である、
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の分散型電源システム。

【請求項 5】

前記第 2 発電装置は、太陽光発電装置、または、風力発電装置である、
請求項 4 に記載の分散型電源システム。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記第 1 発電電力が追従すべき指令第 1 発電電力の下限である下限電力と、前記指令第 1 発電電力の上限である上限電力と、を設定し、
前記第 1 処理によって前記指令第 1 発電電力が前記下限電力に達したときに、前記第 2 処理が開始され、
前記第 3 処理によって前記指令第 1 発電電力が前記上限電力に達したときに、前記第 4 処理が開始される、
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の分散型電源システム。

40

【請求項 7】

前記制御装置が実行する運転モードは、前記第 1 処理、前記第 2 処理、前記第 3 処理および前記第 4 処理を含む複数の処理のいずれかを選択して実行する第 1 モードを含み、
前記第 1 モードの開始時点における前記第 1 発電電力は、ゼロよりも大きく前記第 1 発

50

電電力の定格値よりも小さい、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の分散型電源システム。

【請求項 8】

第 1 発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

第 1 検出装置と、を備えた分散型電源システムを、前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第 1 検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させるように制御する制御装置であって、

前記第 1 発電装置の発電電力を第 1 発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、前記制御装置は、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算し、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第 2 処理を実行する場合には前記第 2 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を減少させる第 1 処理を実行し、

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第 4 処理を実行する場合には前記第 4 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を増加させる第 3 処理を実行する、

制御装置。

【請求項 9】

第 1 発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

第 1 検出装置と、を備えた分散型電源システムを、前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第 1 検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させるように制御する制御方法であって、

前記第 1 発電装置の発電電力を第 1 発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算することと、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第 2 処理を実行する場合には前記第 2 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を減少させる第 1 処理を実行することと、

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第 4 処理を実行する場合には前記第 4 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を増加させる第 3 処理を実行することと、

を含む、制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、分散型電源システム、制御装置および制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

分散型電源システムが知られている。分散型電源システムは、複数の発電装置を備えていることがある。そのような分散型電源システムの一例が、特許文献 1 に記載されている

10

20

30

40

50

。

【0003】

特許文献1に記載されている分散型電源システム100を、図7に示す。分散型電源システム100は、発電装置110と、直流母線104と、蓄電装置102と、系統連系装置108と、全体制御装置109と、を備えている。

【0004】

発電装置110は、再生可能エネルギーを利用して発電する。具体的には、発電装置110は、太陽光発電装置である。発電装置110は、太陽電池101と、DC-DCコンバータ103と、を含む。DC-DCコンバータ103は、太陽電池101から出力された直流電圧を、所定の大きさの直流電圧に変換する。

10

【0005】

蓄電装置102は、直流母線104を介して、DC-DCコンバータ103に接続されている。蓄電装置102には、発電装置110の発電電力が供給され、その電力が充電される。

【0006】

系統連系装置108は、DC-ACインバータ107を有する。DC-ACインバータ107は、蓄電装置102からの直流電力を、電力系統105と連系可能な交流電力に変換する。逆変換により得られた電力は、負荷106および電力系統105に供給される。

。

【0007】

20

制御装置109は、発電量の予想データを受信する。制御装置109は、発電量の予想データおよび消費電力予想に基づいて、蓄電装置102の充電残量の目標値を設定する。制御装置109は、充電残量の目標値および実績値に基づいて、系統連系装置108の出力を、一定時間単位で変化させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-75224号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

本開示は、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示は、

第1発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

40

第1検出装置と、

前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第1検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させる制御装置と、を備え、

前記第1発電装置の発電電力を第1発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、前記制御装置は、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算し、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第2処理を実行する場合には前記第2処理を実行する前に前記第1発電電力を減少させる第1処

50

理を実行し、

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第4処理を実行する場合には前記第4処理を実行する前に前記第1発電電力を増加させる第3処理を実行する、

分散型電源システムを提供する。

【発明の効果】

【0011】

本開示に係る技術は、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】図1は、実施の形態における分散型電源システムの構成図である。

【図2A】図2Aは、実施の形態におけるランキンサイクル発電電源の構成図である。

【図2B】図2Bは、実施の形態における電力変換機の構成図である。

【図3】図3は、実施の形態における太陽光発電装置の構成図である。

【図4】図4は、実施の形態における蓄電装置の構成図である。

【図5】図5は、実施の形態における制御フローチャート図である。

【図6A】図6Aは、実施の形態における電力の経時変化の説明図である。

【図6B】図6Bは、比較例における電力の経時変化の説明図である。

【図6C】図6Cは、比較例における電力の経時変化の説明図である。

20

【図6D】図6Dは、比較例における電力の経時変化の説明図である。

【図6E】図6Eは、比較例における電力の経時変化の説明図である。

【図7】図7は、従来の分散型電源システムの構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(本開示の基礎となった知見)

太陽光等の再生可能エネルギーを利用した発電装置が知られている。そのような発電装置の発電電力は、自然環境によって変動し易い。特許文献1には、発電電力の変動は蓄電装置で吸収されると記載されている。

【0014】

30

しかし、再生可能エネルギーを利用した発電装置の発電電力は、大きく変動し得る。このため、特許文献1に従って発電電力の変動を蓄電装置で吸収する場合、大容量の蓄電装置が必要になる。しかし、大容量の蓄電装置は、高価である。

【0015】

特許文献1には、発電量の予想データに基づいて、蓄電装置の充電残量の目標値を設定すると記載されている。しかし、予想は、当たらない場合がある。予想が外れると、蓄電装置が満充電状態となったり過放電状態となったりし得る。これらの状態では、発電電力の変動を吸収できないことがある。このため、予想データに基づいた制御のみでは、負荷および電力系統等の供給先に電力を安定して供給することは難しい。

【0016】

40

以上の理由で、特許文献1の技術には、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムを実現する観点から改善の余地がある。

【0017】

(本開示に係る一態様の概要)

本開示の第1態様に係る分散型電源システムは、

第1発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

第1検出装置と、

50

前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第 1 検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させる制御装置と、を備え、

前記第 1 発電装置の発電電力を第 1 発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、前記制御装置は、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算し、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第 2 処理を実行する場合には前記第 2 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を減少させる第 1 処理を実行し、

10

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第 4 処理を実行する場合には前記第 4 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を増加させる第 3 処理を実行する。

【0018】

第 1 態様に係る技術は、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る。

【0019】

本開示の第 2 態様において、例えば、第 1 態様に係る分散型電源システムでは、

前記制御装置は、前記第 1 発電装置が有する指令第 1 発電電力をある制御周期で更新してもよく、

20

前記第 1 発電電力は、前記第 1 発電装置が有する前記指令第 1 発電電力に追従してもよく、

前記制御周期は、1 ミリ秒以下であってもよい。

【0020】

第 2 態様は、第 1 発電電力を高い即応性で制御するのに適している。

【0021】

本開示の第 3 態様において、例えば、第 1 態様または第 2 態様に係る分散型電源システムでは、

前記第 1 発電装置は、熱を利用して発電する熱発電装置、または、燃料電池発電装置であってもよい。

30

【0022】

第 3 態様の発電装置は、第 1 発電装置の具体例である。

【0023】

本開示の第 4 態様において、例えば、第 1 から第 3 態様のいずれか 1 つに係る分散型電源システムでは、

前記複数の発電装置は、第 2 発電装置を含んでいてもよく、

前記第 2 発電装置は、再生可能エネルギーを利用した発電装置であってもよい。

【0024】

第 4 態様の第 2 発電装置は、再生可能エネルギーを利用する。そのような第 2 発電装置には、環境負荷が小さいというメリットと、その発電電力が自然環境によって変動し得るというデメリットと、がある。しかし、第 4 態様の第 2 発電装置は、第 1 態様の技術と組み合わせられる。これにより、上記メリットを、上記デメリットを抑えつつ得ることができる。

40

【0025】

本開示の第 5 態様において、例えば、第 4 態様に係る分散型電源システムでは、前記第 2 発電装置は、太陽光発電装置、または、風力発電装置であってもよい。

【0026】

第 5 態様の発電装置は、再生可能エネルギーを利用した発電装置の具体例である。

【0027】

本開示の第 6 態様において、例えば、第 1 から第 5 態様のいずれか 1 つに係る分散型電

50

源システムでは、

前記制御装置は、前記第 1 発電電力が追従すべき指令第 1 発電電力の下限である下限電力と、前記指令第 1 発電電力の上限である上限電力と、を設定してもよく、

前記第 1 処理によって前記指令第 1 発電電力が前記下限電力に達したときに、前記第 2 処理が開始されてもよく、

前記第 3 処理によって前記指令第 1 発電電力が前記上限電力に達したときに、前記第 4 処理が開始されてもよい。

【0028】

第 6 態様によれば、第 1 発電電力の調整による合計発電電力の調整を第 1 発電装置にとって無理のない範囲で実行できる。

【0029】

本開示の第 7 態様において、例えば、第 1 から第 6 態様のいずれか 1 つに係る分散型電源システムでは、

前記制御装置が実行する運転モードは、前記第 1 処理、前記第 2 処理、前記第 3 処理および前記第 4 処理を含む複数の処理のいずれかを選択して実行する第 1 モードを含んでいてもよく、

前記第 1 モードの開始時点における前記第 1 発電電力は、ゼロよりも大きく前記第 1 発電電力の定格値よりも小さくてもよい。

【0030】

第 7 態様によれば、第 1 モードが開始されてから、第 1 発電電力を増加させることも減少させることも可能な状態が継続され易い。このことは、蓄電装置の充放電を抑えるのに適している。充放電を抑え易い運転によれば、容量が抑えられた安価な蓄電装置を用いることが可能となる。

【0031】

本開示の第 8 態様に係る制御装置は、

第 1 発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

第 1 検出装置と、を備えた分散型電源システムを、前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第 1 検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させるように制御する制御装置であって、

前記第 1 発電装置の発電電力を第 1 発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、前記制御装置は、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算し、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第 2 処理を実行する場合には前記第 2 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を減少させる第 1 処理を実行し、

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第 4 処理を実行する場合には前記第 4 処理を実行する前に前記第 1 発電電力を増加させる第 3 処理を実行する。

【0032】

第 8 態様に係る技術は、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る。

【0033】

本開示の第 9 態様に係る制御方法は、

第 1 発電装置を含む複数の発電装置と、

前記複数の発電装置に接続された蓄電装置と、

10

20

30

40

50

前記複数の発電装置および前記蓄電装置に接続された電力入力部と、商用電源に接続された電力出力部と、を含む電力出力装置と、

第１検出装置と、を備えた分散型電源システムを、前記電力出力部から出力された電力を表す値であって前記第１検出装置を用いて特定される値である特定電力を一定の目標電力に追従させるように制御する制御方法であって、

前記第１発電装置の発電電力を第１発電電力と定義し、正であるときに前記蓄電装置の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が前記蓄電装置の放電電力を指す値を前記蓄電装置の充放電電力と定義したとき、

前記複数の発電装置の合計発電電力から指令合計発電電力を差し引いた差分電力を演算することと、

前記差分電力がゼロよりも大きいときにおいて、前記充放電電力を増加させる第２処理を実行する場合には前記第２処理を実行する前に前記第１発電電力を減少させる第１処理を実行することと、

前記差分電力がゼロよりも小さいときにおいて、前記充放電電力を減少させる第４処理を実行する場合には前記第４処理を実行する前に前記第１発電電力を増加させる第３処理を実行することと、

を含む。

【００３４】

第９態様に係る技術は、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システムの実現に寄与し得る。

【００３５】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。本発明は、以下の実施の形態に限定されない。

【００３６】

(実施の形態１)

図１に、実施の形態１における分散型電源システム１を示す。

【００３７】

図１に示す分散型電源システム１は、複数の発電装置３２と、第１検出装置７と、第２検出装置４と、電力出力装置６と、制御装置８と、蓄電装置９と、を備えている。

【００３８】

複数の発電装置３２と、蓄電装置９と、電力出力装置６と、は互いに接続されている。具体的には、この接続は、直流回路３５を介して行われている。

【００３９】

分散型電源システム１は、商用電源５Ａおよび負荷５Ｂに接続され得る。具体的には、電力出力装置６と、商用電源５Ａと、負荷５Ｂとは、互いに接続され得る。より具体的には、この接続は、交流回路３６を介して行われ得る。

【００４０】

複数の発電装置３２で発電された電力は、蓄電装置９に供給され得る。複数の発電装置３２で発電された電力および蓄電装置９に蓄電された電力は、電力出力装置６を介して負荷５Ｂに供給され得る。負荷５Ｂには、商用電源５Ａからも電力が供給され得る。

【００４１】

一例では、分散型電源システム１から負荷５Ｂに電力が供給される。この電力供給では負荷５Ｂの要求電力を賄えない場合、不足分の電力が商用電源５Ａから負荷５Ｂに供給される。分散型電源システム１から商用電源５Ａへと電力が逆潮流することはない。

【００４２】

別例では、分散型電源システム１から商用電源５Ａへと電力が逆潮流し得る。

【００４３】

負荷５Ｂは、特に限定されない。一例では、負荷５Ｂは、工場の電気設備である。別例では、負荷５Ｂは、家庭の電化製品である。

【００４４】

10

20

30

40

50

以下、分散型電源システム 1 の構成要素について説明する。

【0045】

複数の発電装置 32 は、第 1 発電装置 3 および第 2 発電装置 2 を含む。本実施の形態では、複数の発電装置 32 は、第 1 発電装置 3 および第 2 発電装置 2 の 2 つの発電装置である。ただし、複数の発電装置 32 は、他の発電装置をさらに含んでもよい。

【0046】

第 1 発電装置 3 は、直流回路 35 に接続されている。第 1 発電装置 3 は、発電調整力を有する。発電調整力を有するとは、自身の発電電力が制御されることにより増加も減少もし得ることを意味する。本実施の形態では、第 1 発電装置 3 の発電電力は、制御装置 8 による制御により、逐次的に増加も減少もし得る。

10

【0047】

図 1 の例では、第 1 発電装置 3 は、発電電源 3R と、電力変換機 3H と、を含む。

【0048】

発電電源 3R は、発電を行う。発電電源 3R は、発電調整力を有する。本実施の形態では、発電電源 3R の発電電力は、制御装置 8 による制御により、逐次的に増加も減少もし得る。

【0049】

以下では、第 1 発電装置 3 の発電電力を、第 1 発電電力 P_1 と称することがある。具体的には、第 1 発電電力 P_1 は、直流電力である。第 1 発電電力 P_1 は、直流回路 35 に出力される。図 1 の例では、第 1 発電電力 P_1 は、電力変換機 3H の出力電力である。

20

【0050】

本実施の形態では、第 1 発電装置 3 は、熱を利用して発電する熱発電装置である。具体的には、第 1 発電装置 3 は、排熱を利用して発電する排熱発電装置である。また、本実施の形態では、第 1 発電装置 3 は、ランキンサイクル発電装置である。

【0051】

本実施の形態では、発電電源 3R は、熱を利用して発電する発電電源である。具体的には、発電電源 3R は、排熱を利用して発電する発電電源である。また、本実施の形態では、発電電源 3R は、ランキンサイクル発電電源である。

【0052】

上述の排熱を利用して発電する発電装置および発電電源の説明において、排熱の供給元の例は、工場である。排熱の供給元の具体例は、炉である。この炉は、例えば、鋳物の製造に用いられる炉である。

30

【0053】

本実施の形態では、電力変換機 3H は、AC - DC コンバータである。

【0054】

以下では、熱発電装置である第 1 発電装置 3 を、熱発電装置 3 と称することがある。排熱発電装置である第 1 発電装置 3 を、排熱発電装置 3 と称することがある。ランキンサイクル発電装置である第 1 発電装置 3 を、ランキンサイクル発電装置 3 と称することがある。ランキンサイクル発電電源である発電電源 3R を、ランキンサイクル発電電源 3R と表記することがある。AC - DC コンバータである電力変換機 3H を、AC - DC コンバータ 3H と表記することがある。

40

【0055】

別例では、第 1 発電装置 3 は、燃料電池発電装置である。発電電源 3R は、燃料電池である。電力変換機 3H は、DC - DC コンバータである。

【0056】

上述の説明から理解されるように、本実施の形態では、ランキンサイクル発電装置 3 は、ランキンサイクル発電電源 3R と、AC - DC コンバータ 3H と、を含む。

【0057】

図 2A に、本実施の形態のランキンサイクル発電電源 3R を示す。本実施の形態のランキンサイクル発電電源 3R は、ポンプ 3A と、蒸発器 3B と、温度センサ 3D と、膨張機

50

３Ｃと、バイパス弁３Ｅと、凝縮器３Ｆと、発電機３Ｇと、を含む。

【００５８】

ランキンサイクル発電電源３Ｒでは、冷媒の循環路が形成されている。この循環路では、ポンプ３Ａと、蒸発器３Ｂと、膨張機３Ｃと、凝縮器３Ｆとが、この順に現れる。

【００５９】

ポンプ３Ａは、冷媒を圧送することによって、冷媒を循環させる。蒸発器３Ｂは、加熱媒体から熱を回収し、その熱により冷媒を加熱する。膨張機３Ｃは、冷媒を膨張させる。凝縮器３Ｆは、冷媒の熱を奪うことによって、冷媒を凝縮させる。凝縮器３Ｆで奪われた熱は、冷却媒体に与えられる。

【００６０】

本実施の形態では、加熱媒体は、ガスである。具体的には、加熱媒体は、排ガスである。つまり、ランキンサイクル発電電源３Ｒは、排熱を用いた発電電源である。排ガスの供給元は、例えば工場であり、一具体例では炉であり、この炉は鋳物の製造に用いられる炉であってもよい。蒸発器３Ｂは、例えば、フィンアンドチューブ熱交換器である。

【００６１】

本実施の形態では、蒸発器３Ｂにおける加熱により、冷媒は高圧ガスとなる。膨張機３Ｃは、高圧ガスとなった冷媒を膨張させる。

【００６２】

本実施の形態では、冷却媒体は、ガスである。具体的には、冷却媒体は、大気中の空気である。ただし、冷却媒体は、水などの液体であってもよい。凝縮器３Ｆは、ファンを備えていてもよい。凝縮器３Ｆは、例えば、フィンアンドチューブ熱交換器、プレート熱交換器または二重管式熱交換器である。

【００６３】

ランキンサイクル発電電源３Ｒでは、冷媒のバイパス路が形成されている。バイパス路は、膨張機３Ｃをバイパスしている。具体的には、バイパス路は、循環路における蒸発器３Ｂよりも下流側かつ膨張機３Ｃよりも上流側の部分と、循環路における膨張機３Ｃよりも下流側かつ凝縮器３Ｆよりも上流側の部分と、を接続している。

【００６４】

バイパス弁３Ｅは、バイパス路に設けられている。バイパス弁３Ｅの開度を非ゼロにすることにより、循環路を流れる冷媒の一部または全部を、バイパス弁３Ｅに流入させることができる。

【００６５】

バイパス弁３Ｅは、流量調整弁であってもよく、開閉弁であってもよい。ここで、流量調整弁は、０％よりも大きく１００％よりも小さい開度をとり得る弁である。開閉弁は、開度が０％および１００％の２値のいずれかに設定される弁である。

【００６６】

温度センサ３Ｄは、循環路における蒸発器３Ｂよりも下流側かつ膨張機３Ｃよりも上流側の部分に設けられている。温度センサ３Ｄは、この部分における冷媒の温度を検出する。温度センサ３Ｄは、ランキンサイクル発電装置３の構成要素の制御に用いられ得る。具体的には、温度センサ３Ｄは、循環路におけるバイパス路への分岐点よりも上流側の部分に設けられている。温度センサ３Ｄの検出温度は、実質的に、膨張機３Ｃの入口温度であり得る。

【００６７】

発電機３Ｇは、膨張機３Ｃに接続されている。膨張機３Ｃでは、膨張により回転エネルギーが生じる。発電機３Ｇでは、その回転エネルギーによりロータが回転する。このようにして、発電機３Ｇにおいて、交流電力が発電される。

【００６８】

ＡＣ－ＤＣコンバータ３Ｈは、発電機３Ｇに接続されている。ＡＣ－ＤＣコンバータ３Ｈには、発電機３Ｇで発電された交流電力が供給される。ＡＣ－ＤＣコンバータ３Ｈは、この交流電力を直流電力に変換する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

本実施の形態の A C - D C コンバータ 3 H の構成を、図 2 B に示す。本実施の形態の A C - D C コンバータ 3 H は、スイッチング素子 1 6 から 2 1 と、ダイオード 5 1 から 5 6 と、コンデンサ 2 2 と、を含む。コンデンサ 2 2 は、出力コンデンサである。

【 0 0 7 0 】

A C - D C コンバータ 3 H では、第 1 相回路 6 1 と、第 2 相回路 6 2 と、第 3 相回路 6 3 と、が構成されている。第 1 相回路 6 1、第 2 相回路 6 2 および第 3 相回路 6 3 は、スイッチング回路 6 0 を構成している。第 1 相回路 6 1 と、第 2 相回路 6 2 と、第 3 相回路 6 3 と、コンデンサ 2 2 とは、互いに並列に接続されている。第 1 相回路 6 1、第 2 相回路 6 2 および第 3 相回路 6 3 は、それぞれ、発電機 3 G に接続されている。

10

【 0 0 7 1 】

本実施の形態では、第 1 相回路 6 1、第 2 相回路 6 2 および第 3 相回路 6 3 は、それぞれ、発電機 3 G の第 1 相、第 2 相および第 3 相に接続されている。本実施の形態では、第 1 相、第 2 相および第 3 相は、それぞれ、U 相、V 相および W 相である。

【 0 0 7 2 】

第 1 相回路 6 1 は、スイッチング素子 1 6 および 1 7 と、ダイオード 5 1 および 5 2 と、を含む。スイッチング素子 1 6 および 1 7 は、第 1 接続点 6 6 を介して直列に接続されている。スイッチング素子 1 6 とダイオード 5 1 とは、並列に接続されている。スイッチング素子 1 7 とダイオード 5 2 とは、並列に接続されている。

【 0 0 7 3 】

第 2 相回路 6 2 は、スイッチング素子 1 8 および 1 9 と、ダイオード 5 3 および 5 4 と、を含む。スイッチング素子 1 8 および 1 9 は、第 2 接続点 6 7 を介して直列に接続されている。スイッチング素子 1 8 とダイオード 5 3 とは、並列に接続されている。スイッチング素子 1 9 とダイオード 5 4 とは、並列に接続されている。

20

【 0 0 7 4 】

第 3 相回路 6 3 は、スイッチング素子 2 0 および 2 1 と、ダイオード 5 5 および 5 6 と、を含む。スイッチング素子 2 0 および 2 1 は、第 3 接続点 6 8 を介して直列に接続されている。スイッチング素子 2 0 とダイオード 5 5 とは、並列に接続されている。スイッチング素子 2 1 とダイオード 5 6 とは、並列に接続されている。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態では、第 1 接続点 6 6 は、発電機 3 G の第 1 相に接続されている。第 2 接続点 6 7 は、発電機 3 G の第 2 相に接続されている。第 3 接続点 6 8 は、発電機 3 G の第 3 相に接続されている。

30

【 0 0 7 6 】

A C - D C コンバータ 3 H を用いて、発電機 3 G の回転数が制御される。より具体的には、A C - D C コンバータ 3 H によって発電機 3 G に回生ブレーキがかかり回生電力が得られるように、スイッチング素子 1 6 から 2 1 のスイッチングが制御される。A C - D C コンバータ 3 H を用いた制御は、制御装置 8 によってなされる。コンデンサ 2 2 は、回生電力の瞬時脈動を吸収する。

【 0 0 7 7 】

一具体例では、スイッチング素子 1 6 から 2 1 は、パルス幅変調 (P W M : Pulse Width Modulation) で駆動される。より具体的には、P W M 信号が、スイッチング素子 1 6 から 2 1 に供給される。そして、スイッチング素子 1 6 から 2 1 は、P W M 信号に基づいてスイッチングする。

40

【 0 0 7 8 】

図 2 B の例では、スイッチング素子 1 6 から 2 1 は、例えば、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (I G B T : Insulated Gate Bipolar Transistor) である。ただし、スイッチング素子 1 6 から 2 1 は、M O S F E T (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等の、他のスイッチング素子であってもよい。

【 0 0 7 9 】

50

以上の説明から理解されるように、本実施の形態では、第 1 発電装置 3 は、ロータの回転により発電する発電機 3 G と、スイッチング回路 6 0 を含む電力変換機 3 H と、を含む。制御装置 8 は、スイッチング回路 6 0 を用いて上記ロータの回転を制御することによって、第 1 発電電力 P_1 を制御する。本実施の形態は、高い応答性で第 1 発電電力 P_1 を制御するのに適している。

【0080】

具体的には、第 1 発電電力 P_1 の制御は、AC - DC コンバータ 3 H を用いた発電機 3 G の回転数の制御により、実行され得る。この制御は、制御装置 8 によって実行され得る。

【0081】

ポンプ 3 A の回転数を制御することによって、上記の循環路を流れる冷媒の流量を制御し、第 1 発電電力 P_1 を制御する構成も採用され得る。バイパス弁 3 E の開度を制御することによって、循環路を流れる冷媒の流量を制御し、第 1 発電電力 P_1 を制御する構成も採用され得る。また、第 1 発電装置 3 内にブレーキ回路を設け、第 1 発電装置 3 で得られた直流電力の一部をブレーキ回路で消費することによって、第 1 発電電力 P_1 を制御する構成も採用され得る。これらの制御もまた、制御装置 8 によって実行され得る。上記ロータの回転（具体的には回転数）の制御、ポンプ 3 A の回転数の制御、バイパス弁 3 E の開度の制御およびブレーキ回路による電力消費から選択される 2 以上を組み合わせると、第 1 発電電力 P_1 を制御する構成も採用され得る。

【0082】

図 2 B に示す AC - DC コンバータ 3 H の構成は、発電電源 3 R がランキンサイクル発電電源ではない場合にも採用され得る。

【0083】

上述の説明から理解されるように、スイッチング回路を用いたロータの回転の制御は、第 1 発電装置がランキンサイクル発電装置である場合に採用され得る。その他、この制御は、第 1 発電装置がロータを有していれば、第 1 発電装置が他の種類の発電装置である場合に採用され得る。もちろん、この制御は、第 1 発電装置が排熱発電装置等の熱発電装置でありかつロータを有している場合には、第 1 発電装置がランキンサイクル発電装置であってもなくても採用され得る。

【0084】

第 1 発電装置 3 に含まれた発電電源の数は 1 つに限られない。この数は、複数であってもよい。この場合、第 1 発電装置 3 が発電電源の数と同じ数の電力変換機を含み、複数の発電電源と複数の電力変換機が一对一に接続され得る。この場合、発電電源および電力変換機は、発電電源 3 R および電力変換機 3 H として例示した要素であり得る。ある発電電源がランキンサイクル発電電源であり他の発電電源が燃料電池であるというように、複数の発電電源は、異なる種類の発電電源であってもよい。また、ある発電電源も他の発電電源もランキンサイクル発電電源であるというように、複数の発電電源は、同じ種類の発電電源であってもよい。この点は、複数の電力変換機についても同様である。また、この場合、複数の発電電源の発電によって第 1 発電装置 3 が出力する電力を、第 1 発電電力 P_1 と称することとする。

【0085】

図 1 に戻って、第 2 発電装置 2 は、直流回路 3 5 に接続されている。第 2 発電装置 2 の運転中において、第 2 発電装置 2 の発電電力は、天候等によって変動し得る。具体的には、第 2 発電装置 2 は、再生可能エネルギーを利用した発電装置である。

【0086】

図 1 の例では、第 2 発電装置 2 は、発電電源 2 A と、電力変換機 2 B と、を含む。

【0087】

本実施の形態では、第 2 発電装置 2 は、太陽光発電装置である。具体的には、発電電源 2 A は、太陽電池である。電力変換機 2 B は、DC - DC コンバータである。

【0088】

10

20

30

40

50

以下では、太陽光発電装置である第2発電装置2を、太陽光発電装置2と表記することがある。太陽電池である発電電源2Aを、太陽電池2Aと表記することがある。DC-DCコンバータである電力変換機2Bを、DC-DCコンバータ2Bと表記することがある。

【0089】

別例では、第2発電装置2は、風力発電装置である。具体的には、発電電源2Aは、風車である。電力変換機2Bは、AC-DCコンバータおよびDC-DCコンバータを組み合わせた電力変換機である。

【0090】

図3に、本実施の形態に係る第2発電装置2の具体例を示す。この具体例では、DC-DCコンバータ2Bは、DCチョッパ回路である。以下では、DCチョッパ回路であるDC-DCコンバータ2Bを、DCチョッパ回路2Bと表記することがある。

10

【0091】

図3に示す具体例では、DCチョッパ回路2Bは、コンデンサ41および42と、スイッチング素子13と、ダイオード57と、整流ダイオード14と、リアクトル15と、を含む。コンデンサ41は、入力コンデンサである。コンデンサ42は、出力コンデンサである。

【0092】

スイッチング素子13とダイオード57とは、並列に接続されている。

【0093】

太陽電池2Aと、リアクトル15と、スイッチング素子13とが、この順に接続されている。太陽電池2A、リアクトル15およびスイッチング素子13に、この順で電流が流れ得る。

20

【0094】

また、太陽電池2Aと、リアクトル15と、整流ダイオード14と、直流回路35とが、この順に接続されている。太陽電池2A、リアクトル15、整流ダイオード14および直流回路35に、この順で電流が流れ得る。

【0095】

具体的には、太陽電池2AからDCチョッパ回路2Bに直流電圧が入力される。スイッチング素子13のスイッチングが制御される。スイッチング素子13がオンであるとき、太陽電池2Aからリアクトル15およびスイッチング素子13にこの順で電流が流れ、リアクトル15にエネルギーが蓄えられる。スイッチング素子13がオフであるとき、太陽電池2Aからリアクトル15およびダイオード14にこの順で電流が流れ、リアクトル15に蓄えられていたエネルギーがダイオード14を介して出力される。このような動作により、DCチョッパ回路2Bは、太陽電池2Aから入力された直流電圧を昇圧し、ダイオード14に電流を通电することで直流回路35に電力を搬送する。DCチョッパ回路2Bを用いた制御は、制御装置8によってなされる。

30

【0096】

一具体例では、スイッチング素子13は、パルス幅変調で駆動される。より具体的には、PWM信号が、スイッチング素子13に供給される。そして、スイッチング素子13は、PWM信号に基づいてスイッチングする。

40

【0097】

一具体例では、太陽電池2AのMPPT(Maximum Power Point Tracking)制御が実行される。より具体的には、DCチョッパ回路2Bを用いて、太陽電池2Aの発電電力が最大となるように、太陽電池2Aの出力電流が制御される。

【0098】

図3の例では、スイッチング素子13は、MOSFETである。ただし、スイッチング素子13は、IGBT等の、他のスイッチング素子であってもよい。

【0099】

図3に示すDCチョッパ回路2Bの構成は、発電電源2Aが太陽電池ではない場合にも

50

採用され得る。

【0100】

以下では、第2発電装置2の発電電力を、第2発電電力 P_2 と称することがある。具体的には、第2発電電力 P_2 は、直流電力である。発電電力 P_2 は、直流回路35に出力される。図1の例では、発電電力 P_2 は、電力変換機2Bの出力電力である。

【0101】

第2発電装置2に含まれた発電電源の数は1つに限られない。この数は、複数であってもよい。この場合、第2発電装置2が発電電源の数と同じ数の電力変換機を含み、複数の発電電源と複数の電力変換機が一对一に接続され得る。この場合、発電電源および電力変換機は、発電電源2Aおよび電力変換機2Bとして例示した要素であり得る。複数の発電電源は、異なる種類の発電電源であってもよい。また、複数の発電電源は、同じ種類の発電電源であってもよい。この点は、複数の電力変換機についても同様である。また、この場合、複数の発電電源の発電によって第2発電装置2が出力する電力を、第2発電電力 P_2 と称することとする。

【0102】

図1に戻って、蓄電装置9は、複数の発電装置32に接続されている。蓄電装置9には、複数の発電装置32の発電電力が供給され得る。具体的には、蓄電装置9は、直流回路35を介して複数の発電装置32に接続されている。蓄電装置9は、複数の発電装置32の発電電力に過不足が生じたときに電力バッファとして機能し得る。

【0103】

本実施の形態では、蓄電装置9は、第1発電装置3および第2発電装置2に接続されている。このため、蓄電装置9には、第1発電装置3および第2発電装置2の発電電力が供給され得る。具体的には、蓄電装置9は、直流回路35を介して第1発電装置3および第2発電装置2に接続されている。

【0104】

図1の例では、蓄電装置9は、蓄電機9Aと、電力変換機9Bと、を含む。

【0105】

本実施の形態では、蓄電機9Aは、蓄電池である。以下では、蓄電池である蓄電機9Aを、蓄電池9Aと表記することがある。蓄電機9Aを構成する蓄電池の具体例は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池等である。

【0106】

蓄電機9Aの別例は、コンデンサである。蓄電機9Aを構成するコンデンサの具体例は、電気二重層コンデンサである。

【0107】

本実施の形態では、電力変換機9Bは、DC-DCコンバータである。具体的には、電力変換機9Bは、双方向DC-DCコンバータである。より具体的には、電力変換機9Bは、双方向チョッパ回路である。以下では、双方向DCチョッパ回路である電力変換機9Bを、双方向DCチョッパ回路9Bと表記することがある。

【0108】

ここで、双方向DC-DCコンバータは、その第1端子から入力された直流電圧を大きさの異なる直流電圧を変換してその第2端子に出力することと、その第2端子から入力された直流電圧を大きさの異なる直流電圧を変換してその第1端子に出力することと、の両方を実行できるコンバータを指す。

【0109】

同様に、双方向チョッパ回路は、その第1端子から入力された直流電圧を大きさの異なる直流電圧を変換してその第2端子に出力することと、その第2端子から入力された直流電圧を大きさの異なる直流電圧を変換してその第1端子に出力することと、の両方を実行できるチョッパ回路を指す。

【0110】

図4に、本実施の形態に係る蓄電装置9の具体例を示す。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

図 4 に示す具体例では、双方向チョッパ回路 9 B は、スイッチング素子 1 0 および 1 1 と、ダイオード 5 8 および 5 9 と、リアクトル 1 2 と、コンデンサ 4 6 および 4 7 と、を含む。コンデンサ 4 6 および 4 7 は、入出力コンデンサである。

【 0 1 1 2 】

スイッチング素子 1 0 とダイオード 5 8 とは、並列に接続されている。スイッチング素子 1 1 とダイオード 5 9 とは、並列に接続されている。

【 0 1 1 3 】

直流回路 3 5 と、スイッチング素子 1 0 と、リアクトル 1 2 と、蓄電池 9 A とが、この順に接続されている。直流回路 3 5、スイッチング素子 1 0、リアクトル 1 2 および蓄電池 9 A に、この順で電流が流れ得る。

10

【 0 1 1 4 】

ダイオード 5 9 と、リアクトル 1 2 と、蓄電池 9 A とが、この順に接続されている。ダイオード 5 9、リアクトル 1 2 および蓄電池 9 A に、この順で電流が流れ得る。

【 0 1 1 5 】

蓄電池 9 A と、リアクトル 1 2 と、スイッチング素子 1 1 とが、この順に接続されている。蓄電池 9 A、リアクトル 1 2 およびスイッチング素子 1 1 に、この順で電流が流れ得る。

【 0 1 1 6 】

蓄電池 9 A と、リアクトル 1 2 と、ダイオード 5 8 と、直流回路 3 5 とが、この順に接続されている。蓄電池 9 A、リアクトル 1 2、ダイオード 5 8 および直流回路 3 5 に、この順で電流が流れ得る。

20

【 0 1 1 7 】

蓄電池 9 A に充電する際には、スイッチング素子 1 1 は、オフ状態に維持される。スイッチング素子 1 0 のスイッチングが制御される。スイッチング素子 1 0 がオンであるとき、スイッチング素子 1 0、リアクトル 1 2 および蓄電池 9 A にこの順に電流が流れる。スイッチング素子 1 0 がオフであるとき、リアクトル 1 2 は自身を流れる電流を維持しようとし、ダイオード 5 9、リアクトル 1 2 および蓄電池 9 A にこの順に電流が流れる。このような動作により、双方向チョッパ回路 9 B は、降圧チョッパとして機能する。つまり、双方向チョッパ回路 9 B は、直流回路 3 5 から入力された直流電圧を降圧し、降圧された電圧にてリアクトル 1 2 の電流を制御することで蓄電池 9 A に充電する。

30

【 0 1 1 8 】

蓄電池 9 A から放電する際には、スイッチング素子 1 0 は、オフ状態に維持される。スイッチング素子 1 1 のスイッチングが制御される。スイッチング素子 1 1 がオンであるとき、蓄電池 9 A からリアクトル 1 2 およびスイッチング素子 1 1 にこの順で電流が流れ、リアクトル 1 2 にエネルギーが蓄えられる。スイッチング素子 1 1 がオフであるとき、蓄電池 9 A からリアクトル 1 2 およびダイオード 5 8 にこの順で電流が流れ、リアクトル 1 2 に蓄えられていたエネルギーがダイオード 5 8 を介して出力される。このような動作により、双方向チョッパ回路 9 B は、昇圧チョッパとして機能する。つまり、双方向チョッパ回路 9 B は、蓄電池 9 A から入力された直流電圧を昇圧し、ダイオード 5 8 に電流を通電することで直流回路 3 5 に電力を搬送する。

40

【 0 1 1 9 】

双方向チョッパ回路 9 B を用いた制御は、制御装置 8 によってなされる。

【 0 1 2 0 】

一具体例では、スイッチング素子 1 0 は、パルス幅変調で駆動される。より具体的には、PWM 信号が、スイッチング素子 1 0 に供給される。そして、スイッチング素子 1 0 は、PWM 信号に基づいてスイッチングする。スイッチング素子 1 1 についても同様である。

【 0 1 2 1 】

蓄電池 9 A から放電する際には、2 つのスイッチング素子 1 0 および 1 1 を用いた同期

50

整流が行われてもよい。同期整流では、スイッチング素子 10 および 11 の一方がオン状態であるときに他方はオフ状態であり、一方がオフ状態であるときに他方はオン状態である。同期整流では、2つのスイッチング素子がこのように相補的にオンオフされることにより、ダイオードを用いたダイオード整流に比べ、導電損失を抑制できる。具体的に、上述の説明においてダイオード 58 に電流が流れる期間においてスイッチング素子 10 をオン状態にすることにより、同期整流を実現できる。

【0122】

なお、図3に示すDCチョッパ回路2Bにおいて、ダイオード14をスイッチング素子Xに変更し、スイッチング素子Xとスイッチング素子13とを用いた同期整流を行ってもよい。具体的に、先の説明においてダイオード14に電流が流れる期間においてスイッチング素子Xをオン状態にすることにより、同期整流を実現できる。

10

【0123】

図4の例では、スイッチング素子10および11は、例えば、MOSFETである。ただし、スイッチング素子10および11は、IGBT等の、他のスイッチング素子であってもよい。

【0124】

図4に示す双方向チョッパ回路9Bの構成は、蓄電機9Aが蓄電池ではない場合にも採用され得る。

【0125】

以下では、蓄電装置9の充放電電力を、 $P_{storage}$ と表記することがある。ここで、正である充放電電力は充電電力を指し、負である充放電電力の絶対値は放電電力を指すものとする。具体的には、充放電電力 $P_{storage}$ は、直流電力である。充放電電力 $P_{storage}$ は、直流回路35に入出力される。図1の例では、充放電電力 $P_{storage}$ は、双方向チョッパ回路9Bの入出力電力である。

20

【0126】

蓄電装置9に含まれた蓄電機の数1つに限られない。この数は、複数であってもよい。この場合、蓄電装置9が蓄電機の数と同じ数の電力変換機を含み、複数の蓄電機と複数の電力変換機が一对一に接続され得る。この場合、蓄電機および電力変換機は、蓄電機9Aおよび電力変換機9Bとして例示した要素であり得る。複数の蓄電機は、異なる種類の蓄電機であってもよい。また、複数の蓄電機は、同じ種類の蓄電機であってもよい。この点は、複数の電力変換機についても同様である。また、この場合、複数の蓄電機の充放電によって第2発電装置2が充放電する電力を、充放電電力 $P_{storage}$ と称することとする。

30

【0127】

図1に戻って、第2検出装置4は、複数の発電装置32の発電電力の合計を検出する。以下では、複数の発電装置32の発電電力の合計を、合計発電電力 P_{sum} と称することがある。第2検出装置4は、合計発電電力 P_{sum} を検出すると言える。本実施の形態では、合計発電電力 P_{sum} は、第1発電装置3の発電電力 P_1 および第2発電装置2の発電電力 P_2 の合計である。

【0128】

電力出力装置6は、電力入力部6iと、電力出力部6oと、を含む。

40

【0129】

電力入力部6iは、複数の発電装置32および蓄電装置9に接続されている。具体的には、電力入力部6iは、直流回路35を介して複数の発電装置32および蓄電装置9に接続されている。

【0130】

図1に示すように、分岐部BPに、負荷5Bが接続されている。そして、電力出力部6oは、分岐部BPを介して商用電源5Aに接続されている。具体的には、電力出力部6oは、交流回路36を介して商用電源5Aおよび負荷5Bに接続されている。

【0131】

50

電力入力部 6 i には、複数の発電装置 3 2 および蓄電装置 9 から直流電力が入力される。電力出力部 6 o からは、交流電力が出力される。電力は、電力入力部 6 i と電力出力部 6 o との間で、DC - AC 変換される。

【0132】

具体的には、電力入力部 6 i には、合計発電電力 P_{sum} から、蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ を差し引いた電力が入力される。つまり、蓄電装置 9 の充電時において、電力入力部 6 i には、合計発電電力 P_{sum} から蓄電装置 9 の充電電力を差し引いた電力が入力される。蓄電装置 9 の放電時において、電力入力部 6 i には、合計発電電力 P_{sum} と蓄電装置 9 の放電電力とを合計した電力が入力される。なお、先に説明したとおり、合計発電電力 P_{sum} は、複数の発電装置 3 2 の発電電力の合計である。

10

【0133】

別例では、電力が、電力入力部 6 i と電力出力部 6 o との間で、DC - DC 変換され、その後 DC - AC 変換される。

【0134】

分散型電源システム 1 は、特定電力 P_{out} を特定できるように構成されている。ここで、特定電力 P_{out} は、電力出力部 6 o から出力された電力を表す値である。また、特定電力 P_{out} は、第 1 検出装置 7 を用いて特定される値である。本実施の形態では、電力出力部 6 o から商用電源 5 A へと、交流回路 3 6 が延びている。その交流回路 3 6 から、特定電力 P_{out} が得られる。具体的には、交流回路 3 6 は、第 1 部分 3 6 a と、第 2 部分 3 6 b と、を含んでいる。第 1 部分 3 6 a は、電力出力部 6 o と分岐部 B P の間の部分である。第 2 部分 3 6 b は、分岐部 B P と商用電源 5 A の間の部分である。分岐回路 3 7 は、分岐部 B P から負荷 5 B へと延びている。特定電力 P_{out} は、第 1 部分 3 6 a から得られる。本実施の形態では、特定電力 P_{out} は、電力出力部 6 o から出力された有効電力を表す。

20

【0135】

上述のように、図 1 の例では、特定電力 P_{out} は、第 1 検出装置 7 を用いて特定される。第 1 検出装置 7 は、電流検出器 7 A と、電圧検出器 7 B と、電力演算部 7 C と、を含む。電流検出器 7 A および電圧検出器 7 B は、交流回路 3 6 に設けられている。具体的には、電流検出器 7 A および電圧検出器 7 B は、第 1 部分 3 6 a に設けられている。

【0136】

電流検出器 7 A は、自身が設けられた位置を流れる交流電流を検出する。本実施の形態では、電流検出器 7 A は、電力出力装置 6 から出力された交流電流を検出する。

30

【0137】

電圧検出器 7 B は、自身が設けられた位置に印加されている交流電圧を検出する。本実施の形態では、電力出力装置 6 から出力された交流電圧を検出する。

【0138】

電圧検出器 7 B は、第 2 部分 3 6 b に設けられていてもよい。また、電圧検出器 7 B は、分岐回路 3 7 に設けられていてもよい。

【0139】

電力演算部 7 C は、電流検出器 7 A の検出電流と、電圧検出器 7 B の検出電圧とを用いて、特定電力 P_{out} を演算する。上述の説明から理解されるように、本実施の形態では、特定電力 P_{out} は、電力出力装置 6 から出力された有効電力を表す。

40

【0140】

制御装置 8 は、特定電力 P_{out} を一定の目標電力 $P_{constant}^*$ に追従させる。制御装置 8 は、第 1 発電装置 3 の第 1 発電電力 P_1 および蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ を制御できるように構成されている。本実施の形態では、制御装置 8 は、第 2 発電装置 2 の発電電力 P_2 も制御できるように構成されている。

【0141】

以下、図 5 のフローチャートを参照しつつ、制御装置 8 による第 1 発電装置 3 の発電電力 P_1 および蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ の制御の例について説明する。

50

【0142】

以下の説明では、第1発電電力 P_1 が追従すべき指令値を、指令第1発電電力 P_1^* と称することがある。蓄電装置9の充放電電力 P_{storage} が追従すべき指令値を、指令充放電電力 P_{storage}^* と称することがある。合計発電電力 P_{sum} が追従すべき指令値を、指令合計発電電力 P_{sum}^* と称することがある。

【0143】

また、以下の説明では、制御装置8に電力が入力されるという表現を用いることがある。この表現は、制御装置8にその電力を表す情報が入力されることを意味する。

【0144】

この説明に係る例では、制御装置8は、指令第1発電電力 P_1^* を、下限電力 P_{min} 以上かつ上限電力 P_{max} 以下の範囲の値に設定する。下限電力 P_{min} および上限電力 P_{max} は、第1発電装置3の能力、運転環境等に基づいて設定され得る。

10

【0145】

図5のフローチャートにおける「開始」から「終了」までが、1つの制御サイクルを構成する。制御装置8は、この制御サイクルを繰り返し実行し得る。

【0146】

ステップS1において、制御装置8に、合計発電電力 P_{sum} が入力される。具体的には、第2検出装置4から制御装置8に、合計発電電力 P_{sum} が入力される。

【0147】

ステップS1の後、ステップS2において、制御装置8に、指令合計発電電力 P_{sum}^* が入力される。具体的には、上位制御装置から制御装置8に、指令合計発電電力 P_{sum}^* が入力される。

20

【0148】

ステップS2の後、ステップS3において、制御装置8は、差分電力 P_{delta} を演算する。差分電力 P_{delta} は、合計発電電力 P_{sum} から指令合計発電電力 P_{sum}^* を差し引いた差分である。

【0149】

ステップS3の後、ステップS4において、制御装置8は、第1条件、第2条件、第3条件、第4条件および第5条件のいずれの条件が成立しているのかを判断する。

【0150】

第1条件は、差分電力 P_{delta} がゼロであるという条件である。第1条件が成立している場合、ステップS5において、制御装置8は、指令第1発電電力 P_1^* を現在の値に維持する。数式を用いると、ステップS5で設定される P_1^* は、 $P_1^*(s) = P_1^*(s-1)$ により与えられる。

30

【0151】

ここで、 $P_1^*(s-1)$ は、今回の制御サイクルで更新される前の P_1^* を指す。 $P_1^*(s)$ は、今回の制御サイクルで更新された後の P_1^* を指す。 P_{storage}^* についても同様である。

【0152】

また、第1条件が成立している場合、ステップS6において、制御装置8は、指令充放電電力 P_{storage}^* を、ゼロに設定する。数式を用いると、ステップS6で設定される P_{storage}^* は、 $P_{\text{storage}}^*(s) = P_{\text{delta}} = 0$ により与えられる。

40

【0153】

第2条件は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きくかつ指令第1発電電力 P_1^* が下限電力 P_{min} よりも大きいという条件である。第2条件が成立している場合、ステップS7において、制御装置8は、指令第1発電電力 P_1^* を、第1刻み幅 P_{width1} だけ小さくする。数式を用いると、ステップS7で設定される P_1^* は、 $P_1^*(s) = P_1^*(s-1) - P_{\text{width1}}$ により与えられる。

【0154】

また、第2条件が成立している場合、ステップS8において、制御装置8は、指令充放

50

電電力 $P_{storage}^*$ を現在の値に維持する。数式を用いると、ステップ S 8 で設定される $P_{storage}^*$ は、 $P_{storage}^*(s) = P_{storage}^*(s-1)$ により与えられる。

【0155】

第3条件は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さくかつ指令第1発電電力 P_1^* が上限電力 P_{max} よりも小さいという条件である。第3条件が成立している場合、ステップ S 9 において、制御装置 8 は、指令第1発電電力 P_1^* を、第1刻み幅 P_{width1} だけ大きくする。数式を用いると、ステップ S 9 で設定される P_1^* は、 $P_1^*(s) = P_1^*(s-1) + P_{width1}$ により与えられる。

【0156】

また、第3条件が成立している場合、ステップ S 10 において、制御装置 8 は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を現在の値に維持する。数式を用いると、ステップ S 10 で設定される $P_{storage}^*$ は、 $P_{storage}^*(s) = P_{storage}^*(s-1)$ により与えられる。

10

【0157】

第4条件は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きくかつ指令第1発電電力 P_1^* が下限電力 P_{min} であるという条件である。第4条件が成立している場合、ステップ S 11 において、制御装置 8 は、指令第1発電電力 P_1^* を、下限電力 P_{min} に維持する。数式を用いると、ステップ S 11 で設定される P_1^* は、 $P_1^*(s) = P_{min}$ により与えられる。

【0158】

また、第4条件が成立している場合、ステップ S 12 において、制御装置 8 は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を、第2刻み幅 P_{width2} だけ大きくする。数式を用いると、ステップ S 12 で設定される $P_{storage}^*$ は、 $P_{storage}^*(s) = P_{storage}^*(s-1) + P_{width2}$ により与えられる。

20

【0159】

第5条件は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さくかつ指令第1発電電力 P_1^* が上限電力 P_{max} であるという条件である。第5条件が成立している場合、ステップ S 13 において、制御装置 8 は、指令第1発電電力 P_1^* を、上限電力 P_{max} に維持する。数式を用いると、ステップ S 13 で設定される P_1^* は、 $P_1^*(s) = P_{max}$ により与えられる。

【0160】

また、第5条件が成立している場合、ステップ S 14 において、制御装置 8 は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を、第2刻み幅 P_{width2} だけ小さくする。数式を用いると、ステップ S 14 で設定される $P_{storage}^*$ は、 $P_{storage}^*(s) = P_{storage}^*(s-1) - P_{width2}$ により与えられる。

30

【0161】

ステップ S 5 および S 6 の後、ステップ S 7 および S 8 の後、ステップ S 9 および S 10 の後、ステップ S 11 および S 12 の後、または、ステップ S 13 および S 14 の後、ステップ S 15 およびステップ S 16 が行われる。ステップ S 15 において、制御装置 8 は、指令第1発電電力 P_1^* を、第1発電装置 3 に送信する。ステップ S 16 において、制御装置 8 は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を、蓄電装置 9 に送信する。

【0162】

図5の制御サイクルが繰り返されることにより、指令第1発電電力 P_1^* および指令充放電電力 $P_{storage}^*$ は、逐次更新され得る。第1発電装置 3 の第1発電電力 P_1 は、指令第1発電電力 P_1^* に追従する。蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ に追従する。このようにして、第1発電装置 3 および蓄電装置 9 は、制御装置 8 により制御される。

40

【0163】

本実施の形態では、制御サイクルが、制御周期 T_p で繰り返される。具体的には、制御サイクルは、制御装置 8 における指令第1発電電力 P_1^* の更新と、制御装置 8 から第1発電装置 3 への指令第1発電電力 P_1^* の送信と、制御装置 8 における指令充放電電力 $P_{storage}^*$ の更新と、制御装置 8 から蓄電装置 9 への指令充放電電力 $P_{storage}^*$ の送信と、を含む。そして、制御装置 8 における指令第1発電電力 P_1^* の更新が、制御周期 T_p で繰り返

50

される。制御装置 8 から第 1 発電装置 3 への指令第 1 発電電力 P_1^* の送信が、制御周期 T_p で繰り返される。制御装置 8 における指令充放電電力 $P_{storage}^*$ の更新が、制御周期 T_p で繰り返される。制御装置 8 から蓄電装置 9 への指令充放電電力 $P_{storage}^*$ の送信が、制御周期 T_p で繰り返される。

【0164】

上述の説明から理解されるように、本実施の形態では、制御装置 8 は、第 1 発電装置 3 が有する指令第 1 発電電力 P_1^* をある制御周期 T_p で更新する。第 1 発電電力 P_1 は、第 1 発電装置 3 が有する指令第 1 発電電力 P_1^* に追従する。制御周期 T_p は、例えば 1 ミリ秒以下であり、一具体例では 100 マイクロ秒以下である。このようにすることは、第 1 発電電力 P_1 を高い即応性で制御するのに適している。具体的には、このようにすることにより、第 2 発電電力 P_2 のような第 1 発電装置 3 とは別の発電装置の発電電力が瞬時的に変動する場合であっても、その変動に対して高い応答性で第 1 発電電力 P_1 を制御し、合計発電電力 P_{sum} を安定させることができる。このことは、良好な電力需給バランスを維持する観点から有利である。より具体的には、このようにすることにより、10 ミリ秒オーダーあるいはミリ秒オーダーで第 1 発電電力 P_1 を制御することが可能である。制御周期 T_p は、例えば 100 ナノ秒以上であり、1 マイクロ秒以上であってもよい。

【0165】

また、本実施の形態では、制御装置 8 は、蓄電装置 9 が有する指令充放電電力 $P_{storage}^*$ をある制御周期 T_p で更新する。充放電電力 $P_{storage}$ は、蓄電装置 9 が有する指令充放電電力 $P_{storage}^*$ に追従する。制御周期 T_p の数値例は、上述のとおりである。

【0166】

以下、第 1 処理、第 2 処理、第 3 処理および第 4 処理という用語を用いることがある。第 1 処理は、第 1 発電電力 P_1 を減少させる処理である。第 2 処理は、充放電電力 $P_{storage}$ を増加させる処理である。第 3 処理は、第 1 発電電力 P_1 を増加させる処理である。第 4 処理は、充放電電力 $P_{storage}$ を減少させる処理である。

【0167】

図 5 を参照した説明から理解されるように、制御装置 8 は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きいときにおいて、第 2 処理を実行する場合には第 2 処理を実行する前に第 1 処理を実行する。また、制御装置 8 は、差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さいときにおいて、第 4 処理を実行する場合には第 4 処理を実行する前に第 3 処理を実行する。

【0168】

上記のように、制御装置 8 は、第 2 処理よりも第 1 処理を優先して実行する。また、制御装置 8 は、第 4 処理よりも第 3 処理を優先して実行する。このようにすると、蓄電装置 9 の充放電を抑え易い。このことは、容量が抑えられた安価な蓄電装置 9 を用いることを可能にする。このような理由で、第 1 処理または第 3 処理を優先して実行することは、電力の安定供給に適した安価な分散型電源システム 1 の実現に寄与し得る。また、蓄電装置 9 の容量を抑えることは、蓄電装置 9 の小型化の観点から有利である。

【0169】

第 1 処理は、少なくとも 1 回のステップ S 7 に対応する。第 2 処理は、少なくとも 1 回のステップ S 12 に対応する。第 3 処理は、少なくとも 1 回のステップ S 9 に対応する。第 4 処理は、少なくとも 1 回のステップ S 14 に対応する。

【0170】

図 5 の例では、第 1 処理および第 3 処理において、第 1 発電電力 P_1 が追従すべき指令第 1 発電電力 P_1^* を第 1 刻み幅 P_{width1} だけ変化させることを、少なくとも一回行う。第 2 処理および第 4 処理において、充放電電力 $P_{storage}$ が追従すべき指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を第 2 刻み幅 P_{width2} だけ変化させることを、少なくとも一回行う。

【0171】

第 1 刻み幅 P_{width1} および第 2 刻み幅 P_{width2} は、制御の応答性および安定性の両方を確保できるように設定され得る。典型的には、第 1 刻み幅 P_{width1} および第 2 刻み幅 P_{width2} は、微小幅である。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 2 】

図 5 の例では、第 1 処理によって指令第 1 発電電力 P_1^* が下限電力 P_{min} に達したときに、第 2 処理が開始される。第 3 処理によって指令第 1 発電電力 P_1^* が上限電力 P_{max} に達したときに、第 4 処理が開始される。第 1 発電装置 3 に適合した下限電力 P_{min} および上限電力 P_{max} を設定することにより、第 1 発電電力 P_1 の調整による合計発電電力 P_{sum} の調整を、第 1 発電装置 3 にとって無理のない範囲で実行できる。

【 0 1 7 3 】

図 5 の例では、第 1 処理および第 3 処理は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を現在の値に維持しつつ行われる。第 2 処理は、指令第 1 発電電力 P_1^* を下限電力 P_{min} に維持しつつ行われる。第 4 処理は、指令第 1 発電電力 P_1^* を上限電力 P_{max} に維持しつつ行われる。

10

【 0 1 7 4 】

第 1 処理および第 3 処理は、指令充放電電力 $P_{storage}^*$ をゼロに維持しつつ行われてもよい。このようにすることは、蓄電装置 9 の充放電を抑えるのに適している。

【 0 1 7 5 】

上限電力 P_{max} は、例えば、第 1 発電装置 3 が現在出力可能な第 1 発電電力 P_1 の最大値である。下限電力 P_{min} は、例えば、第 1 発電装置 3 において発電効率が確保される値に設定される。

【 0 1 7 6 】

上限電力 P_{max} および下限電力 P_{min} は、分散型電源システム 1 の運転中に変更されてもよい。例えば、第 1 発電装置 3 が図 2 A および図 2 B に示したランキンサイクル発電装置である場合、第 1 発電装置 3 が出力可能な第 1 発電電力 P_1 は、蒸発器 3 B に供給される加熱媒体の温度、流量等によって変わる。これを考慮すると、加熱媒体の温度、流量等に応じて上限電力 P_{max} および下限電力 P_{min} を変更させることは合理的である。加熱媒体の温度、流量等は、温度センサ 3 D の検出温度に反映され得る。そこで、本実施の形態の一例では、制御装置 8 は、温度センサ 3 D の検出温度に基づいて、上限電力 P_{max} および下限電力 P_{min} を変更させる。

20

【 0 1 7 7 】

上限電力 P_{max} および下限電力 P_{min} は、分散型電源システム 1 の運転中に一定に維持されてもよい。

【 0 1 7 8 】

30

図 5 から理解されるように、制御装置 8 が実行する運転モードは、第 1 処理、第 2 処理、第 3 処理および第 4 処理を含む複数の処理のいずれかを選択して実行する第 1 モードを含む。第 1 モードの開始時点における第 1 発電電力 P_1 は、ゼロよりも大きく第 1 発電電力 P_1 の定格値よりも小さくてもよい。このようにすれば、第 1 モードが開始されてから、第 1 発電電力を増加させることも減少させることも可能な状態が継続され易い。このことは、蓄電装置 9 の充放電を抑えるのに適している。充放電を抑え易い運転によれば、容量が抑えられた安価な蓄電装置 9 を用いることが可能となる。

【 0 1 7 9 】

第 1 モードの開始時点における第 1 発電電力 P_1 は、第 1 発電電力 P_1 の定格値の 20 % から 80 % までの範囲内の値であってもよく、定格値の 40 % から 60 % までの範囲内の値であってもよい。

40

【 0 1 8 0 】

第 1 モードの開始時点における指令第 1 発電電力 P_1^* は、ゼロよりも大きく第 1 発電電力 P_1 の定格値よりも小さい値であってもよく、定格値の 20 % から 80 % までの範囲内の値であってもよく、定格値の 40 % から 60 % までの範囲内の値であってもよい。

【 0 1 8 1 】

第 1 モードの開始時点における指令第 1 発電電力 P_1^* は、下限電力 P_{min} よりも大きく上限電力 P_{max} よりも小さい値であってもよく、上限電力 P_{max} と下限電力 P_{min} の間の幅の 20 % から 80 % までの範囲内の値を下限電力 P_{min} に足した値であってもよく、該幅の 40 % から 60 % までの範囲内の値を下限電力 P_{min} に足した値であってもよい。

50

【0182】

典型的には、第1モードの開始から数日経過した後は、第1発電電力 P_1 の一日の変化に周期性が現れる。一具体例では、第1モードでは、第1モードの開始から2日以上経過した後において、第1発電電力 P_1 が基準電力を跨いで増加するタイミングと第1発電電力 P_1 が基準電力を跨いで低下するタイミングとが1日以内に現れる第1発電電力 P_1 の推移が、複数日にわたって繰り返し現れる。ここで、基準電力は、ゼロよりも大きく第1発電電力の定格値よりも小さい電力である。基準電力は、定格値の20%から80%までの範囲内の値であってもよく、定格値の40%から60%までの範囲内の値であってもよい。

【0183】

本実施の形態では、合計発電電力 P_{sum} は、第1発電装置3の発電電力 P_1 および第2発電装置2の発電電力 P_2 の合計である。このため、第1モードにおいて、第2発電電力 P_2 が増加した場合には、第1発電電力 P_1 を減少させることができる。また、第2発電電力 P_2 が減少した場合には、第1発電電力 P_1 を増加させることができる。このように、本実施の形態では、発電電力 P_1 を、発電電力 P_2 と相補的に制御できる。

【0184】

第2発電装置2が太陽光発電装置である場合、第2発電装置2の発電電力 P_2 は、天候によって変動する。しかし、本実施の形態によれば、そのように発電電力 P_2 が変動する際に、合計発電電力 P_{sum} の変動が抑えられるように、第1発電電力 P_1 を制御できる。典型的には、第1発電装置3の発電電力 P_1 の制御の応答性は、電力会社が所有する火力発電所の発電電力の制御の応答性よりも高い。一具体例では、雲が太陽を横切ることにより発電電力 P_2 が短期間にわたり低下するような状況においても、高い応答性で第1発電電力 P_1 を制御でき、合計発電電力 P_{sum} の変動が抑えられる。

【0185】

第1処理から第4処理を実行しても差分電力 P_{delta} がゼロにならない場合、第2発電装置2の第2発電電力 P_2 を調節して差分電力 P_{delta} をゼロに近づけてもよい。例えば、第2発電装置2が太陽光発電装置であるときに、第1処理および第2処理を実行しても差分電力 P_{delta} がゼロにならない場合には、第2発電電力 P_2 を小さくすることによって差分電力 P_{delta} をゼロに近づけてもよい。

【0186】

一例では、第1刻み幅 P_{width1} および第2刻み幅 P_{width2} は固定値である。このようにすれば、制御が安定し易い。

【0187】

別例では、第1刻み幅 P_{width1} および第2刻み幅 P_{width2} は、 P_{delta} の大きさに応じて変更される。具体的には、 P_{delta} が大きいときほど第1刻み幅 P_{width1} および第2刻み幅 P_{width2} を大きくすることができる。このようにすれば、制御の安定性と応答性を両立させることができる。具体的には、制御の安定性を確保しつつ、発電電力 P_1 および充放電電力 $P_{storage}$ が収束するまでに繰り返される制御サイクルの回数を減らすことができる。これにより、短い時間で発電電力 P_1 および充放電電力 $P_{storage}$ を収束させることができる。このことは、特定電力 P_{out} を安定させる観点から有利である。

【0188】

第1刻み幅 P_{width1} および第2刻み幅 P_{width2} の一方を、 P_{delta} の大きさに応じて変更してもよい。具体的には、 P_{delta} が大きいときほど第1刻み幅 P_{width1} および第2刻み幅 P_{width2} の一方を大きくしてもよい。

【0189】

指令合計発電電力 P_{sum}^* から指令充放電電力 $P_{storage}^*$ を差し引いた値は、目標電力 $P_{constant}^*$ に実質的に等しい値あるいは目標電力 $P_{constant}^*$ に近い値である。具体的には、 P_{sum}^* 、 $P_{storage}^*$ および $P_{storage}^*$ は、電力出力装置6における電力変換損失等を考慮して、適切に設定され得る。

【0190】

10

20

30

40

50

本実施の形態では、電力演算部 7 C で演算された特定電力 P_{out} が、制御装置 8 による制御に反映される。一具体例では、特定電力 P_{out} が目標電力 $P_{constant}^*$ よりも大きい場合、制御装置 8 は、指令合計発電電力 P_{sum}^* を小さくする。特定電力 P_{out} が目標電力 $P_{constant}^*$ よりも小さい場合、制御装置 8 は、指令合計発電電力 P_{sum}^* を大きくする。現実には、負荷変動によって電力出力装置 6 における電力変換効率変動する等、特定電力 P_{out} を目標電力 $P_{constant}^*$ に維持するのを妨げる要因が存在し得る。このように制御装置 8 による制御に特定電力 P_{out} をフィードバックさせることは、特定電力 P_{out} を目標電力 $P_{constant}^*$ に高い精度で追従させるのに役立つ。

【0191】

以下、分散型電源システム 1 における発電電力と、商用電源 5 A からの受電電力と、負荷 5 B の要求電力と、の関係を、図 6 A から 6 E を参照しながら説明する。

【0192】

図 6 A は、本実施の形態の具体例を示す。図 6 A の具体例では、複数の発電装置 3 2 は、第 1 発電装置 3 および第 2 発電装置 2 の 2 つの発電装置である。第 1 発電装置 3 は、排熱を利用して発電する排熱発電装置である。第 2 発電装置 2 は、太陽光発電装置である。蓄電機 9 A は、蓄電池である。

【0193】

以下の説明では、第 1 発電装置 3 の発電電力を、排熱発電電力と称することがある。第 2 発電装置 2 の発電電力を、太陽光発電電力と称することがある。負荷 5 B の要求電力を、負荷電力と称することがある。負荷 5 B が商用電源 5 A から受電する電力を、単に受電電力と称することがある。先に述べたように、正であるときに蓄電池 9 A の充電電力を指し負であるときの絶対値が蓄電池 9 A の放電電力を指す値を充放電電力と称することがある。排熱発電電力および太陽光発電電力の合計から充放電電力を差し引いた値の時間平均を平均出力電力と称することがある。

【0194】

図 6 B の比較例は、蓄電池がない点で、図 6 A の例とは異なる。図 6 B では、排熱発電電力および太陽光発電電力の合計は、いつの時間帯においても、負荷電力よりも小さい。昼間時間帯において、太陽光発電電力は大きく、排熱発電電力および太陽光発電電力の合計は最大であり、この合計が負荷電力に最も接近しており、受電電力は最小である。一方、夜間時間帯において、太陽光発電電力はゼロであり、負荷電力が最大であるときに受電電力は最大である。図 6 B の比較例では、1 日における受電電力の最大値と最小値の偏差が大きい。

【0195】

図 6 C の比較例は、排熱発電装置がない点で、図 6 B の比較例とは異なる。また、図 6 C の比較例では、図 6 B の比較例に比べ、太陽光発電電力が大きい。図 6 C の比較例でも、図 6 B の比較例と同様、昼間時間帯において、受電電力は最小である。夜間時間帯において、負荷電力が最大であるときに受電電力が最大である。図 6 C の比較例では、図 6 B の比較例に比べ、受電電力の最大値が大きく、1 日における受電電力の最大値と最小値の偏差が大きい。

【0196】

図 6 D の比較例では、図 6 C の比較例に比べ、太陽光発電電力が大きい。具体的には、図 6 D の比較例では、太陽光発電装置の一日の発電量が図 6 B の比較例における排熱発電装置および太陽光発電装置の一日の発電量の合計と同じになるように、太陽光発電電力が得られる場合が想定されている。図 6 D の比較例では、太陽光発電電力の最大値が大きい。この最大値が現れる昼間時間帯のある時刻において、この最大値は受電電力よりも大きい。このため、この時刻において、受電電力が負である、つまり、分散型電源システムから商用電源への逆潮流が生じる。また、図 6 D の比較例でも、夜間時間帯において、太陽光発電電力はゼロであり、負荷電力が最大である。図 6 D の比較例では、図 6 C の比較例に比べ、1 日における受電電力の最大値と最小値との偏差が大きい。

【0197】

図 6 E の比較例は、排熱発電装置がない点と、図 6 D の比較例と同様に太陽光発電電力が大きい点とで、図 6 A の例とは異なる。図 6 E の比較例では、蓄電池による充放電がなされており、逆潮流は生じていない。また、図 6 E の比較例では、図 6 B から図 6 D の比較例に比べ、1 日における受電電力の最大値と最小値との偏差が小さい。しかし、夜間時間帯において太陽光発電電力はゼロであり、昼間時間帯において太陽光発電電力は大きい。このため、蓄電池の充放電電力および蓄電池に蓄電される電力量は大きくなり得る。このため、図 6 E の比較例では、大容量の蓄電池が必要となる。

【0198】

これに対し、図 6 A に示す本実施の形態の具体例では、排熱発電装置 3 と、太陽光発電装置 2 と、蓄電池 9 A と、を兼ね備えている。また、この具体例では、図 5 のフローチャートを用いて説明した制御が行われる。このため、蓄電池 9 A の充放電電力および蓄電池 9 A に蓄電される電力量は抑制され得る。このため、この具体例では、容量の小さい蓄電池 9 A を利用しつつ、1 日における受電電力の最大値と最小値との偏差を小さくすることができる。

【0199】

なお、 P_{out} を一定の目標電力に追従させることは、必須ではない。本開示は、第 1 発電装置 3 を含む複数の発電装置 3 2 と、複数の発電装置 3 2 に接続された蓄電装置 9 と、複数の発電装置 3 2 および蓄電装置 9 に接続された電力入力部 6 i と、商用電源 5 A に接続された電力出力部 6 o と、を含む電力出力装置 6 と、制御装置 8 と、を備え、

第 1 発電装置 3 の発電電力を第 1 発電電力 P_1 と定義し、正であるときに蓄電装置 9 の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が蓄電装置 9 の放電電力を指す値を蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ と定義したとき、制御装置 8 は、

複数の発電装置 3 2 の合計発電電力 P_{sum} から指令合計発電電力 P_{sum}^* を差し引いた差分電力 P_{delta} を演算し、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を増加させる第 2 処理を実行する場合には第 2 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を減少させる第 1 処理を実行し、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を減少させる第 4 処理を実行する場合には第 4 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を増加させる第 3 処理を実行する、

分散型電源システム 1 を提供する、と考えることもできる。このような分散型電源システムは、電力の安定供給に適した安価なシステムとなり得る。

【0200】

同様に、本開示は、

第 1 発電装置 3 を含む複数の発電装置 3 2 と、

複数の発電装置 3 2 に接続された蓄電装置 9 と、

複数の発電装置 3 2 および蓄電装置 9 に接続された電力入力部 6 i と、商用電源 5 A に接続された電力出力部 6 o と、を含む電力出力装置 6 と、を備えた分散型電源システム 1 を制御する制御装置 8 であって、

第 1 発電装置 3 の発電電力を第 1 発電電力 P_1 と定義し、正であるときに蓄電装置 9 の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が蓄電装置 9 の放電電力を指す値を蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ と定義したとき、制御装置 8 は、

複数の発電装置 3 2 の合計発電電力 P_{sum} から指令合計発電電力 $P_{storage}$ を差し引いた差分電力 P_{delta} を演算し、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を増加させる第 2 処理を実行する場合には第 2 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を減少させる第 1 処理を実行し、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を減少させ

る第 4 処理を実行する場合には第 4 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を増加させる第 3 処理を実行する、

制御装置 8 を提供する、と考えることもできる。

【 0 2 0 1 】

同様に、本開示は、

第 1 発電装置 3 を含む複数の発電装置 3 2 と、

複数の発電装置 3 2 に接続された蓄電装置 9 と、

複数の発電装置 3 2 および蓄電装置 9 に接続された電力入力部 6 i と、商用電源 5 A に接続された電力出力部 6 o と、を含む電力出力装置 6 と、を備えた分散型電源システム 1 を制御する制御方法であって、

10

第 1 発電装置 3 の発電電力を第 1 発電電力 P_1 と定義し、正であるときに蓄電装置 9 の充電電力を指すとともに負であるときの絶対値が蓄電装置 9 の放電電力を指す値を蓄電装置 9 の充放電電力 $P_{storage}$ と定義したとき、

複数の発電装置 3 2 の合計発電電力 P_{sum} から指令合計発電電力 $P_{storage}$ を差し引いた差分電力 P_{delta} を演算することと、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも大きいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を増加させる第 2 処理を実行する場合には第 2 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を減少させる第 1 処理を実行することと、

差分電力 P_{delta} がゼロよりも小さいときにおいて、充放電電力 $P_{storage}$ を減少させる第 4 処理を実行する場合には第 4 処理を実行する前に第 1 発電電力 P_1 を増加させる第 3 処理を実行することと、

20

を含む、制御方法を提供する、と考えることもできる。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 0 2 】

本開示に係る技術によれば、発電調整力を保有する発電装置の発電電力と、再生可能エネルギーを利用した発電装置の発電電力と、の合計を安定させることができる。発電調整力を保有する発電装置としては、排熱を利用した発電装置発電、燃料電池を利用した発電装置等が例示される。再生可能エネルギーを利用した発電装置としては、太陽光を利用した発電装置発電、風力を利用した発電装置等が例示される。

30

【符号の説明】

【 0 2 0 3 】

- 1 分散型電源システム
- 2 , 3 発電装置
- 2 A , 3 R 発電電源
- 2 B , 3 H , 9 B 電力変換機
- 3 A ポンプ
- 3 B 蒸発器
- 3 C 膨張機
- 3 D 温度センサ
- 3 E バイパス弁
- 3 F 凝縮器
- 3 G 発電機
- 4 , 7 検出装置
- 5 A 商用電源
- 5 B 負荷
- 6 電力出力装置
- 7 A 電流検出器
- 7 B 電圧検出器
- 7 C 電力演算部
- 8 制御装置

40

50

9 蓄電装置

9 A 蓄電機

10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21 スイッチング素子

12, 15 リアクトル

14, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 ダイオード

22, 41, 42, 46, 47 コンデンサ

35, 36 電路

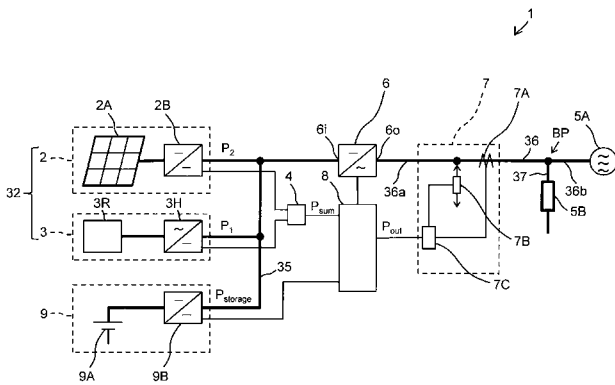
60 スイッチング回路

61, 62, 63 相回路

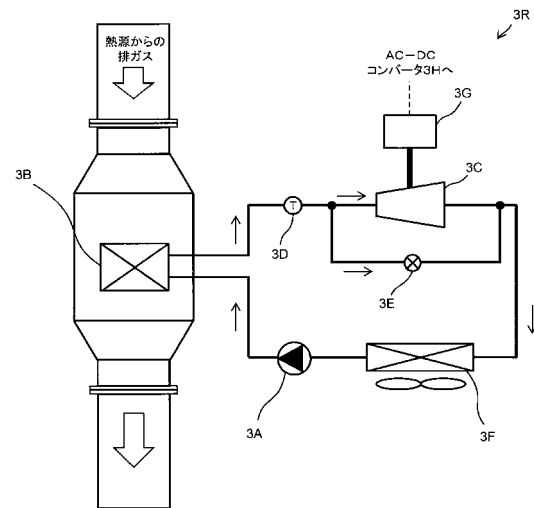
66, 67, 68 接続点

10

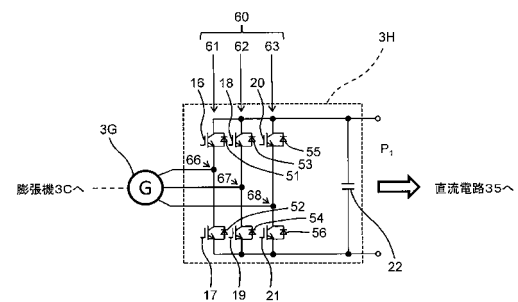
【図 1】



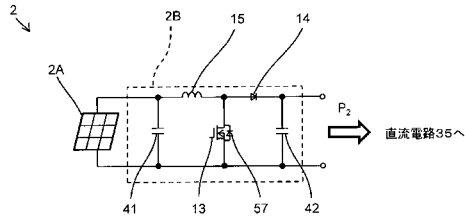
【図 2 A】



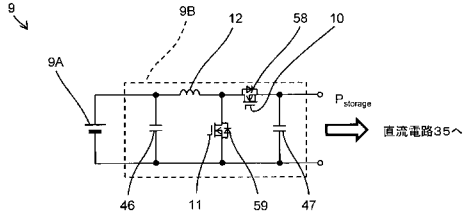
【図 2 B】



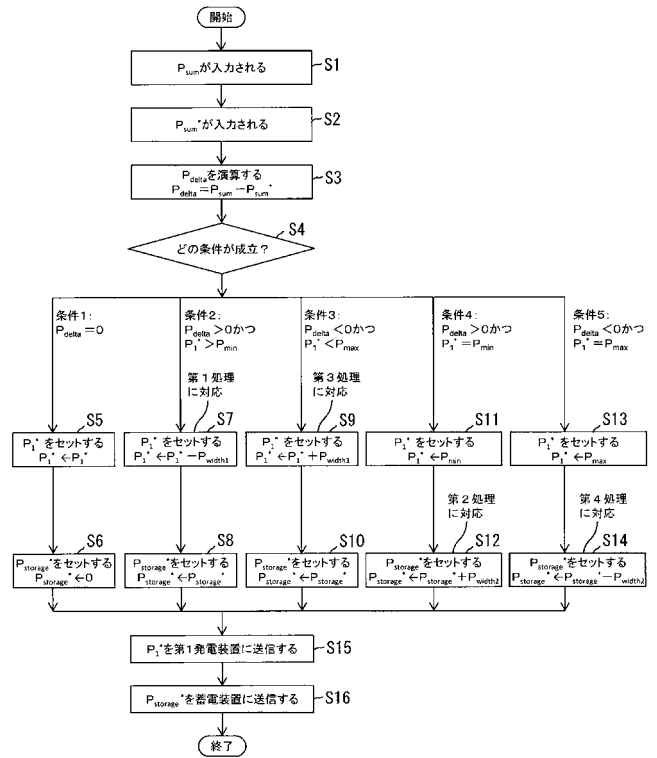
【図 3】



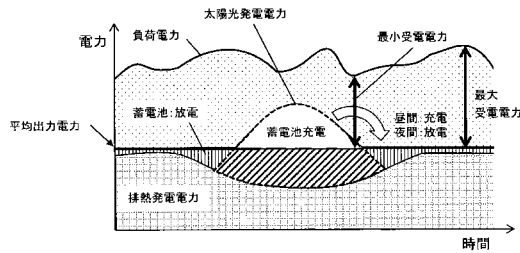
【図 4】



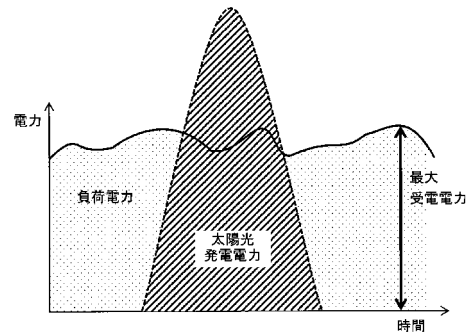
【図 5】



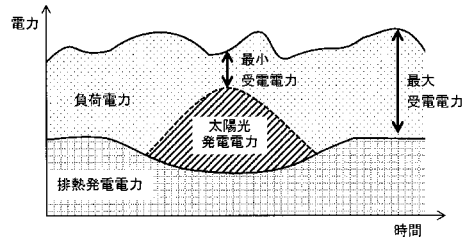
【図 6 A】



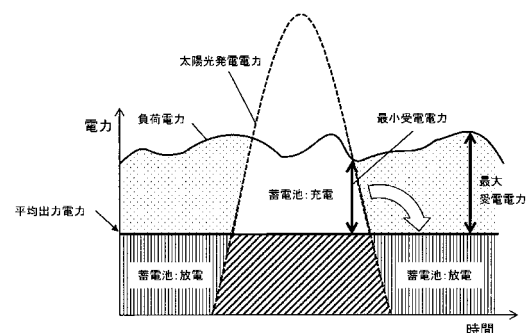
【図 6 D】



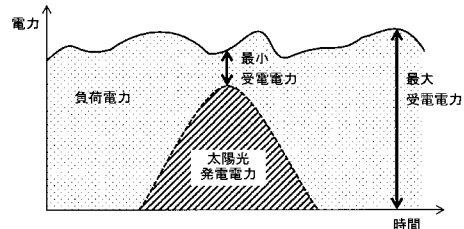
【図 6 B】



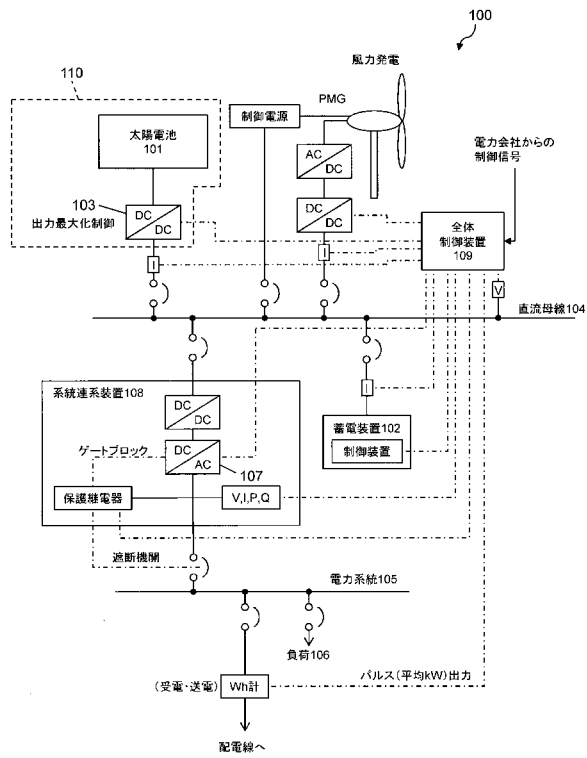
【図 6 E】



【図 6 C】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 J	7/00	3 0 2 D
H 0 2 J	3/38	1 5 0
H 0 2 J	3/38	1 6 0