

明 細 書

発明の名称：

分散電源統合管理システム、分散電源統合管理装置、分散電源統合管理方法、および、プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、分散電源統合管理システム、分散電源統合管理装置、分散電源統合管理方法、および、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 電源から負荷に交流電力を供給する電力系統は、需給状況に関わらず出力電圧と電圧周波数が維持されるように制御される。複数の分散電源から構成される電源系統において、出力電圧と電圧周波数を制御する方法が提案されている。

例えば、特許文献１には、外部の制御装置を用いることなく、定電圧制御形発電装置および定電力制御形発電装置の並列運転を行う発電システムおよび発電システムの制御方法について記載されている。

特許文献２には、創エネ機器を含む複数の分散電源が設置された管理区画の停止時の自立運転において、複数の分散電源の運転計画を作成するための演算負荷を過度に増加させることなく、運転計画からの誤差が生じてても、創エネ機器の出力を不必要に抑制することなく、電力の同時同量を確保する電力管理システムについて記載されている。

[0003] また、負荷の大きさが急変すると、電力の慣性力が低下し、電源から供給される交流電力の電圧と周波数が変化することがある。このような変化は、非回転機電源または再生可能エネルギー電源からの交流電力の導入量が増加するほど顕著になりがちである。非回転機電源または再生可能エネルギー電源として、例えば、蓄電池、太陽光パネル、風力発電機、などが掲げられる。その対策として、電源に付帯するインバータに疑似慣性制御を実行させ疑似的な慣性力を与えることが提案されている。例えば、特許文献３には、定

格出力電力に対する出力電力の比率が異なる複数のインバータを安定的に動作させるインバータ制御装置、インバータ制御プログラムおよびインバータ制御方法について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2019/239664号

特許文献2：特開2009-290939号公報

特許文献3：特開2020-198705号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 疑似慣性制御は、電圧源型と電流源型に分類される。電圧源型疑似慣性制御を実行可能な分散電源は、電圧源型分散電源と呼ばれる。電流源型疑似慣性制御を実行可能な分散電源は、電流源型分散電源と呼ばれる。電圧源型分散電源と電流源型分散電源が共存する電力系統では、電圧源型分散電源の垂下特性と定格容量によって当該電力系統からの電圧周波数の範囲が定まる。電流源型分散電源の垂下特性によっては、電流源型分散電源に固有の出力電力の容量が活用されず、調整力が十分に発揮されないことがあった。

[0006] 本開示は、上述の課題を解決する分散電源統合管理システム、分散電源統合管理装置、および、分散電源統合管理方法を提供することを一つの目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 第1の態様は、複数の分散電源を管理する分散電源統合管理システムであって、前記複数の分散電源は、1個の電圧源型分散電源と、1個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第1種垂下特性を有し前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第2種垂下特性を有し、共通の電圧周

波数の制御範囲における前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定める垂下特性決定部と、前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する制御情報設定部と、を備える。

[0008] 第 2 の態様は、複数の分散電源を管理する分散電源統合管理装置であって、前記複数の分散電源は、1 個の電圧源型分散電源と、1 個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第 1 種垂下特性を有し前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第 2 種垂下特性を有し、共通の電圧周波数の制御範囲における前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定める垂下特性決定部と、前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する制御情報設定部と、を備える。

[0009] 第 3 の態様は、コンピュータに、1 個の電圧源型分散電源と、1 個の電流源型分散電源と、を少なくとも含む複数の分散電源を管理させるためのプログラムであって、前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第 1 種垂下特性を有し前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第 2 種垂下特性を有し、共通の電圧周波数の制御範囲における前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定め、前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定させるためのプログラムである。

[0010] 第 4 の態様は、複数の分散電源を管理する分散電源統合管理システムにおける分散電源統合管理方法であって、前記複数の分散電源は、1 個の電圧源型分散電源と、1 個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第 1 種垂下特性を有し、前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第 2 種垂下特性を有し、垂下特性決定部が、共通の電圧周波数の制御範囲におけ

る前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定め、制御情報設定部が、前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、電流源型分散電源の出力電力の調整力を発揮することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示に係る分散電源統合管理システムの構成例を示す概略ブロック図である。

[図2]本開示に係る分散電源統合管理装置の機能構成例を示す概略ブロック図である。

[図3]本開示に係る電圧源型分散電源の機能構成例を示す概略ブロック図である。

[図4]本開示に係る電流源型分散電源の機能構成例を示す概略ブロック図である。

[図5]本開示に係る第 1 種垂下特性制御機構の一例を示すブロック図である。

[図6]本開示に係る第 2 種垂下特性制御機構の一例を示すブロック図である。

[図7]本開示に係る垂下特性の第 1 制御例を示す説明図である。

[図8]本開示に係る垂下特性の第 2 制御例を示す説明図である。

[図9]本開示に係る垂下特性制御フローの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。各図に共通または対応する要素には、同一の符号を付し、特に断らない限りその説明を援用する。

図 1 は、本開示に係る分散電源統合管理システム S 1 の構成例を示す概略ブロック図である。分散電源統合管理システム S 1 は、分散電源統合管理装置 1 0 と、複数の分散電源 2 0 を備える。分散電源統合管理システム S 1 は、複数の分散電源 2 0 から送電網 E を経由して負荷 L に電力を供給するための自立電力システムの構成要素に含まれてもよい。

[0014] 分散電源統合管理装置 1 0 は、複数の分散電源 2 0 を管理する。複数の分

分散電源 20 は、自立電力系統を構成する。当該電力系統は、いわゆるマイクログリッドとして構成されうる。分散電源統合管理装置 10 は、電力系統における電源構成データを管理する。電源構成データは、分散電源 20 それぞれの種類、電力供給能力、設置位置などの情報を示すデータである。分散電源統合管理装置 10 は、分散電源 20 のそれぞれから供給される出力電力を制御する。

[0015] 蓄電池を備える分散電源 20 に対しては、分散電源統合管理装置 10 は、その分散電源 20 に充電または放電させるように構成されてもよい。分散電源統合管理装置 10 は、分散電源 20 の垂下特性を制御するための制御情報を定め、定めた制御情報を対応する分散電源 20 に設定する。分散電源統合管理システム S1 または分散電源統合管理装置 10 は、例えば、CEMS (Community Energy Management System)、AEMS (Aria Energy Management System)、BEMS (Building and Energy Management System) 等のいずれとして構成されてもよい。

[0016] 複数の分散電源 20 は、それぞれ電力を供給可能とし、供給対象とする電力を送電網 E に送出する。複数の分散電源 20 は、それぞれ疑似慣性制御を実行するインバータ電源である。図 1 の例では、分散電源 20 の個数は 2 個であるが、3 個以上となってもよい。分散電源 20 は、例えば、蓄電池であってもよいし、発電機であってもよい。蓄電池は、例えば、リチウムイオン電池、ナトリウムイオン電池、などのいずれであってもよい。発電機は、例えば、三相交流電力を発生する同期発電機である。分散電源 20 は、蓄電池と同期発電機の両方を備えてもよい。蓄電池を備える分散電源 20 は、送電網 E に生ずる余剰電力を蓄電することがある。本願では、出力電力とは、電力潮流を意味することがある。即ち、本願では、分散電源 20 が送電網 E から受電する電力を、負の出力電力とし、送電網 E に供給する出力電力と一元的に取り扱うことがある。

[0017] 複数の分散電源 20 は、少なくとも 1 台の電圧源型分散電源と少なくとも 1 台の電流源型分散電源を含む。電圧源型分散電源は、疑似慣性制御を実行

して定電圧源かつ可変電流源として動作する電源である。電圧源型分散電源は、電圧周波数が出力電力の変化に応じて変化する垂下特性を有する。本願では、電圧源型分散電源の垂下特性を「第1種垂下特性」と呼ぶことがある。第1種垂下特性は、 $P-f$ 垂下特性とも呼ばれる。電流源型分散電源は、可変電圧源かつ定電流源として動作する電源である。電流源型分散電源は、出力電力が電圧周波数の変化に応じて変化する垂下特性を有する。本願では、電流源型分散電源の垂下特性を「第2種垂下特性」と呼ぶことがある。第2種垂下特性は、 $f-P$ 垂下特性とも呼ばれる。

[0018] 個々の分散電源20の垂下特性は、制御情報により定まる。分散電源統合管理装置10は、電圧源型分散電源に対する出力電力指令値と出力電力の定格範囲に基づいて、その電圧源型分散電源に対する制御情報を定める。出力電力の定格範囲は、供給可能とする出力電力の範囲を意味し、下限値と上限値とで画定される。出力電力の定格範囲は、出力電力の定格容量として定義されてもよい。出力電力の定格範囲は、電源構成データにおいて、電源構成データに示される電力供給能力の要素として予め設定されうる。制御情報により定まる第1種垂下特性のもとで出力電力の定格容量に対応する電圧周波数の制御範囲が定まる。分散電源統合管理装置10は、電流源型分散電源に対しては、電圧源型分散電源の電圧周波数の制御範囲における第1種垂下特性に基づいて、第2種垂下特性を制御するための制御情報を定める。電圧周波数は、交流電力である出力電圧の周波数である。

[0019] 以下の説明では、電力系統における分散電源20の個数が2個である場合を主とする。2個の分散電源20の一方は、電圧源型分散電源20-1であり、他方は、電流源型分散電源20-2である。電圧源型分散電源20-1は、例えば、GFM (Grid Forming) 制御蓄電池である。GFM制御は、電源からの出力電圧と電圧周波数を維持するように動作させる疑似慣性制御である。電流源型分散電源20-2は、例えば、GFL (Grid Following) 制御蓄電池である。GFL制御は、電力系統の電圧と電圧周波数に追従するように動作させる疑似慣性制御である。

- [0020] 図1の例では、電圧源型分散電源20-1には、出力電力指令値 P_{ref1} と制御情報が設定される。電圧源型分散電源20-1は、出力電力指令値 P_{ref1} を目標値とし、設定された制御情報に基づいて出力電力 P_{out1} を制御する。電圧源型分散電源20-1は、出力電力 P_{out1} の制御において、出力電圧 V_1 を維持し、出力電流を可変とする。出力電力の電圧周波数 f_1 の変動が、その位相 $\angle\theta_1$ の変動として現れる。電圧源型分散電源20-1は、出力電力 P_{out1} を送電網Eに送出する。
- [0021] 電流源型分散電源20-2には、出力電力指令値 P_{ref2} と制御情報が設定される。電流源型分散電源20-2は、出力電力指令値 P_{ref2} を目標値として設定された制御情報に基づいて出力電力 P_{out2} を制御する。電流源型分散電源20-2は、出力電力 P_{out2} の制御において、出力電流を維持し、出力電圧 V_2 を可変とする。出力電力の電圧周波数 f_2 の変動が、その位相 $\angle\theta_2$ の変動として現れる。電流源型分散電源20-2は、出力電力 P_{out2} を送電網Eに送出する。
- [0022] 負荷Lには、送電網Eを経由して電力 P_L が供給される。負荷Lは、電力を消費する設備である。負荷Lは、例えば、住戸、公共施設、商業施設、通信設備などが該当する。供給電力 P_L には、出力電力 P_{out1} 、 P_{out2} の成分が含まれる。送電網Eは、変電所、送電線、変圧器の設備を含む。出力電力 P_{out1} 、 P_{out2} の成分は、伝送過程で減衰し、電磁誘導により位相が変動する。供給電力の電圧 V_L と位相 $\angle\theta_L$ は、出力電力 P_{out1} の電圧 V_1 の振幅と位相 $\angle\theta_1$ と電圧源型分散電源20-1から負荷母線までの送電リアクタンス X_1 により関係づけられる。供給電力の電圧 V_L と位相 $\angle\theta_L$ は、出力電力 P_{out2} の電圧 V_2 の振幅と位相 $\angle\theta_2$ と電流源型分散電源20-2から負荷母線までの送電リアクタンス X_2 により関係づけられる。
- [0023] 次に、本開示に係る分散電源統合管理装置10の機能構成例について説明する。図2は、本開示に係る分散電源統合管理装置10の機能構成例を示す概略ブロック図である。分散電源統合管理装置10は、垂下特性決定部112、制御情報設定部114、出力電力指令値決定部116、および、記憶部

120を含んで構成される。

[0024] 垂下特性決定部112は、個々の分散電源20からの出力電力 P_{out} が出力電力指令値 P_{ref} に近似するように制御するための制御情報を定める。

垂下特性決定部112は、例えば、電圧源型分散電源20-1に対して、制御点を基準とする出力電力の制御範囲に含まれ、電圧周波数が出力電力の低下に応じて単調に上昇する第1種垂下特性を与えるように制御構成と制御パラメータを定める。

[0025] 垂下特性決定部112は、電圧源型分散電源20-1の制御点における出力電力 P_{out1} を出力電力指令値 P_{ref1} と定め、電圧周波数 f_1 を定格周波数 f_n と定める。制御構成とは、入出力関係を示すモデルを意味する。制御構成として、モデルを表す制御要素、または、それらの組み合わせが指示されてもよい。制御要素として、例えば、遅れ要素、積分要素、比例要素などが指示されうる。本願では、制御構成と制御パラメータの一方もしくは両方、または、その他、制御に用いる各種の情報を「制御情報」と総称することがある。制御構成と制御パラメータの具体例については、後述する。

[0026] 出力電力の制御範囲は、出力電力の下限と上限によって画定される。垂下特性決定部112は、出力電力の下限 P_{min} として、例えば、制御点における出力電力よりも一定の定格容量 P_n だけ小さい値を設定する。垂下特性決定部112は、出力電力の上限 P_{max} として、例えば、制御点における出力電力よりも一定の出力容量 P_n だけ大きい値を設定しておく。定格容量 P_n として、電圧源型分散電源20-1が安定的に供給可能とする出力電力または受電可能とする入力電力が予め設定されてもよい。定格容量 P_n に基づく出力電力の制御範囲は、定格範囲ともみなされうる。

[0027] 次に、垂下特性決定部112は、電圧源型分散電源20-1に対する制御情報によって定まる第1種垂下特性に基づいて、出力電力の上限 P_{max} に対応する電圧周波数を電圧周波数の下限 f_{min} として定め、出力電力の下限 P_{min} に対応する電圧周波数を電圧周波数の上限 f_{max} として定める。電圧周波数の下限 f_{min} と上限 f_{max} との間の値域は、電圧周波数の定格範囲に相当する。

電圧周波数の定格範囲は、定格周波数 f_n を基準値として含む値域をとる。電圧周波数の下限 f_{min} と上限 f_{max} との差は、電圧周波数の変動幅に相当する。商用電源において、定格周波数 f_n は、例えば、50 Hz または 60 Hz である。電圧周波数の変動幅は、例えば、0.2 ~ 0.6 Hz である。

[0028] そして、垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の制御範囲における電圧周波数の変化に対して変動する出力電力の制御範囲が、第1種垂下特性による出力電力の制御範囲を含む第2種垂下特性を与えるように電流源型分散電源 20-2 の制御情報を定める。制御情報として、その第2種垂下特性を与える制御構成と制御パラメータの一方または両方が定まる。

[0029] 例えば、出力電力指令値以上となる出力電力の値域では、定格範囲の垂下特性決定部 112 は、出力電力の定格範囲の上限に対応する電圧周波数の下限が、第1種垂下特性による電圧周波数の定格範囲の下限と等しいか、または、その下限よりも高くなるように第2種垂下特性を定めてもよい。

出力電力指令値以下となる出力電力の値域では、垂下特性決定部 112 は、出力電力の定格範囲の下限に対応する電圧周波数の上限が、第1種垂下特性による電圧周波数の上限と等しいか、または、その上限よりも低くなるように第2種垂下特性を定めてもよい。電流源型分散電源 20-2 の第2種垂下特性を定める手法については、後述する。

[0030] 垂下特性決定部 112 は、個々の分散電源 20 について定めた制御情報を制御情報設定部 114 に出力する。

制御情報設定部 114 には、垂下特性決定部 112 から入力される制御情報を適用対象とする分散電源 20 に設定する。制御情報設定部 114 は、例えば、入出力インタフェースを備える。入出力インタフェースは、他の機器と予め定めた入出力方式を用いて各種のデータを有線または無線で入出力可能に接続する。入出力の相手先は、分散電源 20 となる。入出力インタフェースは、予め定めた通信方式を用いて通信ネットワークを経由して他の機器と接続してもよい。

[0031] 出力電力指令値決定部 116 は、次の束縛条件 1-1-1-1 をいずれも満た

すように最適計算を行い、各分散電源 20 に対する出力電力指令値を定めることができる。

Ⅰ．各分散電源 20 からの出力電力指令値の総和が総需要電力と等しい。

ⅠⅠ．各分散電源 20 からの出力電力指令値は、その分散電源 20 の出力可能電力の範囲内である。

ⅠⅠⅠ．電力潮流が送電網 E をなす個々の送電線の送電容量限界以下となる。

[0032] 出力電力指令値決定部 116 は、各分散電源 20 に対して定めた出力電力指令値を垂下特性決定部 112 に通知する。各分散電源 20 の出力電力指令値を設定するタイミングは、一定時間（例えば、15 分～1 時間）ごとであってもよいし、ユーザ操作またはプログラムの実行により指示された時点であってもよい。

出力電力指令値決定部 116 は、記憶部 120 に記憶された電源構成データを参照して、各分散電源 20 の電力供給能力の要素項目として出力容量と各分散電源 20 に接続される送電線の送電容量ならびに送電線リアクタンスを知得することができる。

[0033] 最適計算に用いられる目的関数は、予め定められてもよいし、電力の需要動向、供給方針、その他の要因により使い分けられてもよい。例えば、経済的視点を重視するための目的関数として、各分散電源 20 からの出力電力に対するランニングコストに対して単調に変化する関数値を与える関数が用いられる。蓄電池の残量（SOC : State of Charge）管理の視点を重視するための目的関数として、分散電源 20 が有する蓄電池の残容量に対して単調に変化する関数値を与える関数が用いられる。送電における損失の視点を重視するための目的関数として、送電網 E 全体の電力損失に対して単調に変化する関数値を与える関数が用いられる。目的関数は、各視点に係る関数の加重和であってもよい。関数ごとの重み係数を、対応する視点を重視する度合いに応じて設定しておけばよい。本願では、最適計算とは、より適切な解を探索するとの意味を含む。最適計算において、絶対的に適切な解を取得できな

い場合もありうる。

[0034] 出力電力指令値決定部 116 は、例えば、負荷 L における消費電力と各分散電源 20 からその負荷 L までの損失に基づいて総需要電力を定めることができる。損失は、送電リアクタンスに基づいて定める。出力電力指令値決定部 116 には、個々の負荷 L から測定された消費電力が通知される。出力電力指令値決定部 116 は、通知された消費電力に対して各分散電源 20 からその負荷 L までの送電リアクタンスによる減衰および位相変化を補正して得られる負荷 L ごとの需要電力の総和を総需要電力として算出することができる。出力電力指令値決定部 116 は、需要電力の総和に 1 よりも大きい予め定めた安全係数を乗じて総需要電力を算出してもよい。

[0035] 出力電力指令値決定部 116 は、需要予測データを参照して、現時点よりも後の対象時点における総需要電力に基づいて各分散電源 20 の出力電力指令値を定めてもよい。記憶部 120 には、各時点における総需要電力の予測値からなる時系列を示す需要予測データを予め記憶させておく。出力電力指令値決定部 116 は、過去の各時点における個々の負荷 L における消費電力の実績値、その時点における天候（気温、湿度、天気）などに対して、未来の対象時点における天候予測に基づいて、数理モデルを用いて総需要電力の予測値を算出することができる。数理モデルとして、例えば、自己回帰モデルなどの線形回帰モデルが用いられてもよいし、ニューラルネットワークなどの非線形モデルが用いられてもよい。

[0036] 記憶部 120 は、各種のデータを記憶する。記憶部 120 には、例えば、電源構成データと需要予測データ的一方または両方が記憶される。記憶部 120 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、SSD (Solid State Drive)、HDD (Hard Disk Drive) などの記憶媒体を含んで構成される。

[0037] 次に、本開示に係る電圧源型分散電源 20-1 の機能構成例について説明する。図 3 は、本開示に係る電圧源型分散電源 20-1 の機能構成例を示す概略ブロック図である。

電圧源型分散電源 20-1 は、入出力部 212 と、周波数制御部 214 と、電圧制御部 218 と、電圧源インバータ 222 と、を備える。

[0038] 入出力部 212 は、分散電源統合管理装置 10 から入力される制御情報と出力電力指令値を周波数制御部 214 に出力する。入出力部 212 は、例えば、入出力インタフェースを備える。入出力インタフェースは、他の機器と予め定めた入出力方式を用いて各種のデータを有線または無線で入出力可能に接続する。

[0039] 周波数制御部 214 は、分散電源統合管理装置 10 から入出力部 212 を経由して制御情報と出力電力指令値 P_{ref1} を受信する。周波数制御部 214 は、出力電力指令値 P_{ref1} と電圧源インバータ 222 から出力される出力電力 P_{out1} との偏差がゼロに近似するように、制御情報に従って電圧周波数 f_1 を制御する。周波数制御部 214 は、受信した制御情報で指示される制御パラメータを特定し、特定した制御パラメータを自部に設定する。周波数制御部 214 は、電圧周波数の制御において設定した制御パラメータを用いる。制御情報で制御構成が指示される場合には、周波数制御部 214 は、制御構成を自部に設定する。周波数制御部 214 は、設定した制御構成のもとで電圧周波数を制御する。出力電力 P_{out1} に対して得られる電圧周波数の制御特性が第 1 種垂下特性に相当する。周波数制御部 214 は、得られた電圧周波数を目標電圧周波数 f_{ref1} として電圧制御部 218 に通知する。

[0040] 電圧制御部 218 には、周波数制御部 214 から目標電圧周波数 f_{ref1} が通知される。電圧制御部 218 は、振幅として予め定めた定格電圧 V_m を有し、周波数として目標電圧周波数 f_{ref1} を有する交流電圧の生成を示す電圧制御信号 V_{inv} を生成する。電圧制御部 218 は、生成した電圧制御信号 V_{inv} を電圧源インバータ 222 に出力する。第 1 種垂下特性制御機構の例については、後述する。

[0041] 電圧源インバータ 222 は、電源とインバータを備える。電源は、電力を供給する部材または機器である。電源は、蓄電池、太陽光パネル、風力発電機、同期発電機、などのいずれの要素部材を有してもよい。電源は、複数の

要素部材を直列に積層して構成されてもよいし、並列に配列されてもよい。

インバータは、電圧制御部 218 から入力される電圧制御信号 V_{inv} に従って、電源から供給される電力を、振幅として定格電圧 V_m を有し、周波数として目標電圧周波数 f_{ref1} を有する交流電圧に変換する。インバータは、得られた交流電圧を送電網 E に送出する。

[0042] 次に、本開示に係る電流源型分散電源 20-2 の機能構成例について説明する。図 4 は、本開示に係る電流源型分散電源 20-2 の機能構成例を示す概略ブロック図である。

電流源型分散電源 20-2 は、入出力部 232 と、電力制御部 234 と、電流制御部 238 と、電流源インバータ 242 と、を備える。

[0043] 入出力部 232 は、分散電源統合管理装置 10 から入力される制御情報と出力電力指令値を電力制御部 234 に出力する。入出力部 232 は、例えば、入出力インタフェースを備える。入出力インタフェースは、他の機器と予め定めた入出力方式を用いて各種のデータを有線または無線で入出力可能に接続する。

[0044] 電力制御部 234 は、分散電源統合管理装置 10 から入出力部 232 を経由して制御情報を受信する。電力制御部 234 は、予め定めた定格周波数 f_n と電流源インバータ 242 から出力される出力電力の電圧周波数 $f_{measure2}$ との偏差がゼロに近似するように、制御情報に従って出力電力 P_{out2} を制御する。電力制御部 234 は、受信した制御情報で指示される制御パラメータを特定し、特定した制御パラメータを自部に設定する。

[0045] 電力制御部 234 は、出力電力の制御において設定した制御パラメータを用いる。制御情報で制御構成が指示される場合には、電力制御部 234 は、その制御構成を自部に設定する。電力制御部 234 は、設定した制御構成のもとで出力電力を制御する。電圧周波数 $f_{measure2}$ に対して得られる出力電力の制御特性が第 2 種垂下特性に相当する。電力制御部 234 は、得られた出力電力を目標出力電力 P^*_{ref2} として電流制御部 238 に通知する。第 2 種垂下特性制御の構成例については、後述する。

- [0046] 電流制御部238には、電力制御部234から目標出力電力 P_{ref2}^* が通知される。電流制御部238は、目標出力電力 P_{ref2}^* を定格電圧 V_m で除算して目標電流 I_{ref2} に換算する。電流制御部238は、目標電流 I_{ref2} と電流源インバータ242から出力される出力電力の電流測定値 $I_{measure2}$ との偏差 ΔI を算出する。電流制御部238は、偏差 ΔI がゼロに近似するようにフィードバック制御を行って電圧振幅偏差を演算する。フィードバック制御として、例えば、PI制御、PID制御などを適用することができる。
- [0047] 電流制御部238は、算出した電圧振幅偏差に電流源インバータ242から出力される出力電力の電圧振幅の測定値 $|V_{measure2}|$ を加算して電圧振幅目標値 $|V_{ref2}^*|$ を算出する。電流制御部238は、振幅として電圧振幅目標値 $|V_{ref2}^*|$ を有する交流電圧の生成を示す電流制御信号 I_{inv} を生成する。電流制御部238は、生成した電流制御信号 I_{inv} を電流源インバータ242に出力する。
- [0048] 電流源インバータ242は、電源とインバータを備える。インバータは、電流制御部238から入力される電流制御信号 I_{inv} に従って、電源から供給される電力を、振幅として電圧振幅目標値 $|V_{ref2}^*|$ を有する交流電圧に変換する。インバータは、得られた交流電圧を送電網Eに送出する。
- [0049] 次に、本開示に係る第1種垂下特性制御機構の一例について説明する。図5は、本開示に係る第1種垂下特性制御機構の一例を示すブロック図である。周波数制御部214は、減算器214a、214b、214c、積分器214d、乗算器214e、調速器214f、および、加算器214gを備える。
- [0050] 減算器214aには、入出力部212を経由して出力電力指令値 P_{ref1} が入力され、電圧源インバータ222（図3）からの出力電力 P_{out1} の測定値が入力される。減算器214aは、出力電力指令値 P_{ref1} から出力電力 P_{out1} を減算して得られる差分値を出力電力偏差 ΔP_1 として減算器214bに出力する。
- 減算器214bには、減算器214aから出力電力偏差 ΔP_1 が入力され、

調速器 2 1 4 f からの出力値（以下、「調速器出力値」と呼ぶことがある）が入力される。減算器 2 1 4 b は、出力電力偏差 ΔP_1 から調速器出力値を差し引いて得られる差分値（以下、「調速器出力差分値」と呼ぶことがある）を減算器 2 1 4 c に出力する。

[0051] 減算器 2 1 4 c には、減算器 2 1 4 b から調速器出力差分値が入力され、乗算器 2 1 4 e からの出力値（以下、「乗算器出力値」と呼ぶことがある）を差し引いて得られる差分値（以下、「乗算器出力差分値」と呼ぶことがある）を積分器 2 1 4 d に出力する。

積分器 2 1 4 d は、減算器 2 1 4 c から入力される減算器出力差分値を慣性パラメータ M_1 で除算する。慣性パラメータ M_1 は、電圧源型分散電源 2 0 - 1 の慣性力の大きさを示す。積分器 2 1 4 d は、慣性パラメータ M_1 で除算して得られる商を積分し電圧周波数偏差 Δf_1 を算出する。積分器 2 1 4 d は、算出した電圧周波数偏差 Δf_1 を乗算器 2 1 4 e、調速器 2 1 4 f、および、加算器 2 1 4 g にそれぞれ出力する。

[0052] 乗算器 2 1 4 e は、積分器 2 1 4 d から入力される電圧周波数偏差 Δf_1 に制動パラメータ D_1 を乗算する。制動パラメータ D_1 は、電圧周波数偏差 Δf_1 を減衰させる度合いを示す。乗算器 2 1 4 e は、乗算により得られる積を乗算器出力値として減算器 2 1 4 c にフィードバックする。

調速器 2 1 4 f は、一次遅れ要素を構成する。調速器 2 1 4 f は、積分器 2 1 4 d から入力される電圧周波数偏差 Δf_1 に伝達関数 $K_1 / (1 + T_1 s)$ を作用して調速器出力値を算出する。 T_1 は、調速器時定数を示す。調速器時定数 T_1 は、積分時間に相当する時定数である。調速器時定数 T_1 は、電圧周波数偏差 Δf_1 に対して模擬される慣性力の度合いを示す。 K_1 は、調速器利得を示す。調速器 2 1 4 f は、算出した調速器出力値を減算器 2 1 4 b にフィードバックする。

加算器 2 1 4 g は、積分器 2 1 4 d から入力される電圧周波数偏差 Δf_1 と予め定めた定格周波数 f_n との和を電圧周波数 f_1 として電圧制御部 2 1 8 に出力する。

[0053] 電圧制御部 218 は、乗算器 218 a および積分器 218 b を備える。乗算器 218 a は、周波数制御部 214 から入力される電圧周波数 f_1 に定数 2π を乗算し、角周波数 ω_1 に変換する。乗算器 218 a は、変換した角周波数 ω_1 を積分器 218 b に出力する。

積分器 218 b は、乗算器 218 a から入力される角周波数 ω_1 を積分して位相 θ_1 に変換する。電圧制御部 218 は、振幅とする定格電圧 V_m と位相 θ_1 を有する電圧を示す電圧制御信号 V_{inv} を生成する。電圧制御部 218 は、生成した電圧制御信号 V_{inv} を電圧源インバータ 222 に出力する。

[0054] 次に、本実施形態に係る第 2 種垂下特性制御機構の一例について説明する。図 6 は、本実施形態に係る第 2 種垂下特性制御の構成例を示すブロック図である。周波数制御部 214 は、減算器 234 a、乗算器 234 b、微分器 234 c、乗算器 234 d、および、加算器 234 e、234 f を備える。

[0055] 減算器 234 a には、電流源インバータ 242 (図 4) からの出力電力 P_{ut2} に対する電圧周波数の測定値 $f_{measure2}$ が入力される。減算器 234 a は、予め定めた定格周波数 f_n から電圧周波数の測定値 $f_{measure2}$ を減算して得られる差分値を電圧周波数偏差 Δf_2 として乗算器 234 b と微分器 234 c に出力する。

乗算器 234 b は、減算器 234 a から入力される電圧周波数偏差 Δf_2 に制動パラメータ D_2 を乗算する。乗算器 234 b は、乗算により得られる積を比例積として加算器 234 e に出力する。

[0056] 微分器 234 c は、減算器 234 a から入力される電圧周波数偏差 Δf_2 を微分する。微分器 234 c は、微分により得られる微分値を乗算器 234 d に出力する。

乗算器 234 d は、微分器 234 c から入力される微分値に慣性パラメータ M_2 を乗算して得られる積を微分積として加算器 234 e に出力する。

[0057] 加算器 234 e には、乗算器 234 b から比例積が入力され、乗算器 234 d から微分積が入力される。加算器 234 e は、比例積と微分積の和を出力電力偏差 ΔP_2 として加算器 234 f に出力する。

加算器 234f には、加算器 234e から出力電力偏差 ΔP_2 が入力され、入出力部 212 を経由して出力電力指令値 P_{ref2} が入力される。加算器 234f は、出力電力偏差 ΔP_2 と出力電力指令値 P_{ref2} の和を新たな出力電力指令値 P_{ref2}^* として電流制御部 238 に出力する。

[0058] なお、上記の説明では、出力電力が有効電力である場合を例示したが、分散電源統合管理装置 10 の出力電力指令値決定部 116 は、公知の手法を用いて分散電源 20 ごとに無効電力指令値を算出してもよい。出力電力指令値決定部 116 は、算出した無効電力指令値を、制御情報設定部 114 を経由して、それぞれの分散電源 20 に通知する。

[0059] 図 3 の例では、電圧源型分散電源 20-1 の電圧制御部 218 において、目標振幅電圧 $|V_{ref1}|$ が定格電圧 V_m である場合を例にしたが、無効電力指令値 Q_{ref1} に基づいて目標振幅電圧 $|V_{ref1}|$ を可変にしてもよい。

より具体的には、電圧源型分散電源 20-1 は、無効電力指令値 Q_{ref1} に基づいて目標振幅電圧 $|V_{ref1}|$ を定める振幅制御部（図示せず）を備えてもよい。振幅制御部は、分散電源統合管理装置 10 から受信した無効電力指令値 Q_{ref1} と無効電力実測値 Q_{out1} との偏差 ΔQ がゼロに近似するように振幅電圧偏差を制御する。振幅制御部は、振幅電圧偏差に定格電圧 V_m を加算して目標振幅電圧 $|V_{ref1}|$ を定めることができる。

[0060] また、図 4 の例では、電流制御部 238 は、目標出力電力 P_{ref2}^* を定格電圧 V_m で除算して目標電流 I_{ref2} に換算する場合を例にしたが、無効電力指令値 Q_{ref2} と目標出力電力 P_{ref2}^* から目標電流 I_{ref2} に換算してもよい。目標電流 I_{ref2} に換算する際、電流制御部 238 は、目標電流 I_{ref2} と電流源インバータ 242 からの出力電流測定値 $I_{measure2}$ との偏差 ΔI を算出する。電流制御部 238 は、偏差 ΔI がゼロに近似し、電圧偏差が算出されるようにフィードバック制御を行う。電流制御部 238 は、算出した電圧偏差と電流源インバータ 242 からの電圧振幅の実測値を加算して得られる電圧目標値を示す制御信号を電流源インバータ 242 に出力する。

電流源インバータ 242 は、電流制御部 238 から入力される制御信号で

指示される電圧目標値に相当する電圧を有する出力電力を送電網Eに送出する。

[0061] 次に、本開示に係る垂下特性の第1制御例について説明する。図7は、本開示に係る垂下特性の第1制御例を示す説明図である。図示される垂下特性は、出力電力 P_{out} の電圧周波数との相関を示す。図7において、横軸は電圧周波数偏差 Δf を示し、縦軸は出力電力 P_{out} を示す。 P_{max} 、 P_{min} は、それぞれ、出力電力の上限、下限を示す。原点における黒丸は、電圧源型分散電源20-1の制御点を例示する。電圧源型分散電源20-1の制御点における出力電力 P_{out1} が出力電力指令値 P_{ref1} と設定されている。縦軸において原点よりも上方に示される黒丸は、電流源型分散電源20-2の制御点を例示する。電流源型分散電源20-2の制御点における出力電力 P_{out2} が出力電力指令値 P_{ref2} と設定されている。電流源型分散電源20-2の出力電力指令値 P_{ref2} は、電圧源型分散電源20-1の出力電力指令値 P_{ref1} よりも有意に大きい。

[0062] 電圧周波数偏差 Δf は、電圧源型分散電源20-1と電流源型分散電源20-2に対して共通である。電圧源型分散電源20-1と電流源型分散電源20-2のそれぞれの制御点に対して、電圧周波数偏差 Δf がゼロとなるように設定されている。即ち、電圧源型分散電源20-1の制御点における電圧周波数 f_1 と電流源型分散電源20-2の制御点における電圧周波数 f_2 は、いずれも定格周波数 f_n となる。

[0063] 原点を通る実線は、電圧源型分散電源20-1の第1種垂下特性を例示する。制御点 P_{ref2} を通る破線は、電流源型分散電源20-2の第2種垂下特性を示す。但し、破線で示される第2種垂下特性は、特に第1種垂下特性との関係を考慮せずに定めた初期値を例示する。例示される第1種垂下特性と第2種垂下特性は、いずれも電圧周波数の上昇に対して出力電力が低下することを示す。これらの垂下特性のもとで、消費電力の増加により電圧周波数が低下すると電圧源型分散電源20-1からの出力電力 P_{out1} と電流源型分散電源20-2からの出力電力 P_{out2} は、いずれも増加するように制御され

る。

[0064] 分散電源統合管理装置 10 の垂下特性決定部 112 は、自立電力系統をなす複数の分散電源のそれぞれに対し、次の条件 A、B をいずれも満たす出力電力と電圧周波数を制御点として定めることができる。

A. 分散電源 20 間で電圧周波数が共通。

B. 各分散電源 20 からの出力電力指令値の総和が総需要電力に等しい。

[0065] 図 7 の例では、条件 A は、電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数 f_1 が電流源型分散電源 20-2 の電圧周波数 f_2 に等しいことに相当する。つまり、電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数偏差 Δf_1 と電流源型分散電源 20-2 の電圧周波数偏差 Δf_2 と共通な値 Δf となる。条件 B は、電圧源型分散電源 20-1 の出力電力 P_{out1} と電流源型分散電源 20-2 の出力電力 P_{out2} の和が総需要電力 P_{load} に等しいことに相当する。

[0066] 垂下特性決定部 112 は、電圧源型分散電源 20-1 の制御点における出力電力を出力電力指令値 P_{ref1} とし、出力電力指令値 P_{ref1} を含むように出力電力の制御範囲を定格範囲として定める。図 1 の例では、出力電力の上限 P_{max} は、制御点における出力電力 P_{out1} よりも予め定めた出力容量 P_n だけ大きい値に設定されている。出力電力の下限 P_{min} は、制御点における出力電力よりも出力容量 P_n だけ小さい値に設定されている。

[0067] なお、分散電源 20 が蓄電池を備える場合、垂下特性決定部 112 は、出力電力の上限 P_{max} として放電方向の定格出力値を設定し、出力電力の下限 P_{min} として充電方向の定格出力値を設定してもよい。放電方向の定格出力値は正値となるのに対し、充電方向の定格出力値は負値となりうる。放電方向の定格出力値、充電方向の定格出力値は、それぞれ充放電に伴う発熱量が放熱可能とする放熱量以下となるように定められてもよい。

[0068] そして、垂下特性決定部 112 は、電圧源型分散電源 20-1 の第 1 種垂下特性を参照し、出力電力の制御範囲に対応する電圧周波数の制御範囲を定める。垂下特性決定部 112 は、出力電力の上限 P_{max} に対応する電圧周波数偏差を電圧周波数偏差の下限 Δf_{min} として定める。垂下特性決定部 112 は

、出力電力の下限 P_{min} に対応する電圧周波数偏差を電圧周波数偏差の上限 Δf_{max} として定める。

[0069] 例示される電圧源型分散電源 20-1 の第 1 種垂下特性によれば、電圧周波数偏差 Δf の上昇に従い、出力電力 P_{out1} が単調に減少する。電圧周波数偏差 Δf は、定格周波数 f_n と電力系統に供給される交流電力の電圧周波数 f_1 との差分に相当する。この垂下特性は、電圧周波数偏差 Δf が小さいほど、多くの電力が出力されるように誘導することを示す。即ち、電力系統における負荷の増加により現実には供給される出力電力の電圧周波数が低下すると、より多くの電力が電圧源型分散電源 20-1 に対して要求される。

[0070] 他方、電力系統における負荷が減少し、電圧周波数偏差 Δf が大きくなるほど、余剰電力が増加することを示す。従って、電圧周波数偏差 Δf が大きいほど、電源に対して要求される電力が減少する。その場合、蓄電池を有する分散電源に対しては、より多くの電力が充電される。なお、電圧源型分散電源 20-1 に対する制御情報は、予め定められてもよい。第 1 種垂下特性は、制御情報により定まるため、第 1 種垂下特性も予め定められてもよい。第 1 種垂下特性は、図 5 に例示される制御パラメータのうち、制動パラメータ D_1 と調速器利得 K_1 に依存し、慣性パラメータ M_1 と調速器時定数 T_1 には依存しない。慣性パラメータ M_1 と調速器時定数 T_1 は、出力電力 P_{out1} の変動に対する電圧周波数偏差 Δf の過渡特性に影響するためである。

[0071] 出力電力の上限 P_{max} と下限 P_{min} は、分散電源の種別、出力容量などの要因により異なりうる。例示される電流源型分散電源 20-2 の第 2 種垂下特性でも、電圧周波数偏差 Δf の上昇に従い、出力電力 P_{out2} が単調に減少する。第 2 種垂下特性における電圧周波数偏差の下限 Δf_{min} に対応する出力電力の上限 P_{max2} は、第 1 種垂下特性における電圧周波数偏差の下限 Δf_{min} に対応する出力電力の上限 P_{max} よりも小さい。第 2 種垂下特性における電圧周波数偏差の上限 Δf_{max} に対応する出力電力の下限 P_{min2} は、第 1 種垂下特性における電圧周波数偏差の上限 Δf_{max} に対応する出力電力の下限 P_{min} よりも大きい。

- [0072] この状態において、負荷が増加する場合を仮定すると、動作点がそれぞれの垂下特性に沿って移動する。図7の例では、それぞれ動作点が右方から左方に向けて移動し、上記の条件A、Bを満足する出力電力と電圧周波数のセットが新たな動作点として収束する。動作点が左方に移動するほど電圧周波数偏差 Δf に対する出力電力の差 $P_{out2} - P_{out1}$ が減少する。そのため、電流源型分散電源20-2は、負荷の増加に対する出力電力の増加に次第に応えられなくなる。そして、電圧源型分散電源20-1からの出力電力 P_{out1} が電流源型分散電源20-2からの出力電力 P_{out2} よりも大きくなると、主に電圧源型分散電源20-1が負荷の増加に対応することになる。即ち、電力系統全体としての負荷の増加に対し、電流源型分散電源20-2は、出力電力の調整能力を発揮できないこととなる。
- [0073] これに対し、本実施形態では、垂下特性決定部112は、電圧源型分散電源20-1の出力周波数の定格範囲における第1種垂下特性に基づいて電流源型分散電源20-2の第2種垂下特性を与える制御情報を定める。図7の例では、垂下特性決定部112は、電圧周波数の制御範囲である下限 f_{min} から上限 f_{max} までの値域に対する第2種垂下特性による出力電力の制御範囲である下限 P_{min2} から上限 P_{max2} までの値域が、第1種垂下特性に基づいて定めた出力電力の制御範囲である下限 P_{min} から上限 P_{max} までの値域を含むように電流源型分散電源20-2の制御情報を定める。
- [0074] より具体的には、垂下特性決定部112は、電流源型分散電源20-2の制御情報として、出力電力の制御範囲の上限 P_{max} に対応する電圧周波数の下限 f_{min2} が電圧周波数の制御範囲の下限 f_{min} と等しい第2種垂下特性を与える制御情報を定めることができる。そのため、第2種垂下特性における電圧周波数の変化に対する出力電力の変化量がより大きくなる。電圧周波数とその制御範囲内である場合、出力電力の差 $P_{out2} - P_{out1}$ は、ゼロ以上となる。そのため、電流源型分散電源20-2による負荷の変動に対する出力電力の調整能力が活用され、ひいては電圧周波数の変動が抑制される。
- [0075] また、垂下特性決定部112は、電流源型分散電源20-2の制御情報と

して、出力電力の制御範囲の下限 P_{min} に対応する電圧周波数の上限 f_{max2} が電圧周波数の制御範囲の上限 f_{max} と等しくなるように第2種垂下特性を与える制御情報を定めてもよい。この場合においても、第2種垂下特性における電圧周波数の変化に対する出力電力の変化量がより大きくなる。電圧周波数がその制御範囲内である場合、出力電力の差 $P_{out2} - P_{out1}$ は、ゼロ以上となる。そのため、電流源型分散電源 20-2 による負荷の変動に対する出力電力の調整能力が活用され、ひいては電圧周波数の変動が抑制される。

[0076] 図7は、出力電力と電圧周波数との関係として、 $(P_{min}, \Delta f_{max})$ 、 $(P_{ref2}, 0)$ 、 $(P_{max}, \Delta f_{min})$ をいずれも通る第2種垂下特性を一点破線で示す。図6に例示される制御構成において、かかる第2種垂下特性を実現するため、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 に対し、電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が制御点における出力電力として出力電力指令値 P_{ref2} 以上となるか否かにより、それぞれ異なる値を設定すればよい。電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力指令値 P_{ref2} 以上となる場合、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 の値を D_{2a} と定める。電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力指令値 P_{ref2} 未満となる場合、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 の値を D_{2b} と定める。 D_{2b} は、 D_{2a} よりも大きい正の実数を示す。制動パラメータ D_2 を大きくするほど、電圧周波数の変化に対する出力電圧の変化が大きくなる。

[0077] また、図8に例示されるように、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制御情報として、出力電力の制御範囲の上限 P_{max} に対応する最低電圧周波数 f_{min2} が電圧周波数の制御範囲の下限 f_{min} よりも高くなる第2種垂下特性を与える制御情報を定めてもよい。よって、第2種垂下特性における電圧周波数の変化に対する出力電力の変化量がさらに大きくなり、電圧周波数がその制御範囲の下限 f_{min} よりも高くても、電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力の制御範囲の上限 P_{max} に達する。

そのため、電流源型分散電源 20-2 による負荷の変動に対する出力電力の調整能力がより発揮され、電圧周波数の変動がさらに抑制される。

[0078] 垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制御情報として、出力電力の制御範囲の下限 P_{min} に対応する最高電圧周波数 f_{max2} が電圧周波数の制御範囲の上限 f_{max} よりも低くなる第 2 種垂下特性を与える制御情報を定めてもよい。よって、第 2 種垂下特性における電圧周波数の変化に対する出力電力の変化量がさらに大きくなり、電圧周波数がその制御範囲の上限 f_{max} よりも低くても、電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力の制御範囲の下限 P_{min} に達する。そのため、電流源型分散電源 20-2 による負荷の変動に対する出力電力の調整能力がより発揮され、電圧周波数の変動がさらに抑制される。

[0079] 図 8 は、出力電力と電圧周波数との関係として、 $(P_{min}, \Delta f_{max2})$ 、 $(P_{ref2}, 0)$ 、 $(P_{max}, \Delta f_{min2})$ をいずれも通る第 2 種垂下特性を一点破線で示す。図 6 に例示される構成例において、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 に対し、電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が制御点における出力電力として出力電力指令値 P_{ref2} 以上となるか否かにより、それぞれ異なる値を設定すればよい。電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力指令値 P_{ref2} 以上となる場合、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 の値を D_{2c} と定める。 D_{2c} は、 D_{2a} よりも大きい正の実数を示す。電流源型分散電源 20-2 からの出力電力 P_{out2} が出力電力 P_{ref2} 未満となる場合、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源 20-2 の制動パラメータ D_2 の値を D_{2d} と定める。 D_{2db} は、 D_{2c} よりも大きく、かつ、 D_{2b} よりも大きい正の実数を示す。

[0080] 次に、本開示に係る垂下特性制御フローの例について説明する。図 9 は、本開示に係る垂下特性制御フローの一例を示すフローチャートである。図 9 の例では、電圧源型分散電源 20-1 の出力電力指令値 P_{ref1} と電流源型分散電源 20-2 の出力電力指令値 P_{ref2} が予め定められていることを前提と

する。

[0081] (ステップS 1 0 2) 垂下特性決定部 1 1 2 は、電圧源型分散電源 2 0 - 1 に対して出力電力指令値 P_{ref1} および定格周波数 f_n に基づいて制御構成と制御パラメータを示す制御情報を定める。制御情報は、出力電力指令値 P_{ref1} を基準とする出力電力の定格範囲において、出力電力 P_{out1} の低下に応じて電圧周波数 f が単調に上昇する第 1 種垂下特性が得られるように定められる。

(ステップS 1 0 4) 垂下特性決定部 1 1 2 は、定めた制御情報に基づく第 1 種垂下特性を参照して、出力電力の定格範囲の下限、上限にそれぞれ対応する電圧周波数の制御範囲の上限、下限を定める。

[0082] (ステップS 1 0 6) 垂下特性決定部 1 1 2 は、第 1 種垂下特性に基づく出力電力の定格範囲を含むように、電圧周波数の制御範囲に対する出力電力の制御範囲を与える第 2 種垂下特性を定める。

(ステップS 1 0 8) 垂下特性決定部 1 1 2 は、定めた第 2 種垂下特性を実現する電流源型分散電源 2 0 - 2 に対する制御構成と制御パラメータを示す制御情報を定める。制御情報は、制御点において定格周波数 f_n に対する出力電力 P_{out2} を出力電力指令値 P_{ref2} とし、定格周波数 f_n を基準とする電圧周波数の制御範囲において第 2 種垂下特性が得られるように定められる。

[0083] その後、垂下特性決定部 1 1 2 は、電圧源型分散電源 2 0 - 1 に対して定めた制御情報と、電流源型分散電源 2 0 - 2 に対して定めた制御情報を、制御情報設定部 1 1 4 を用いて、それぞれ電圧源型分散電源 2 0 - 1 と電流源型分散電源 2 0 - 2 に出力する。電圧源型分散電源 2 0 - 1 と電流源型分散電源 2 0 - 2 にそれぞれ入力された制御情報は、出力電力および電圧周波数の制御に用いられる。

[0084] なお、個々の分散電源の出力電力指令値が予め定まっている場合には、電圧源型分散電源 2 0 - 1 に対する制御構成および制御パラメータを予め定めておいてもよい。その場合、ステップS 1 0 2 とステップS 1 0 4 の処理が省略されてもよい。各分散電源に対し、制御構成が予め一定に定められても

よい。その場合、垂下特性決定部 112 は、制御情報に制御構成の情報を含めずに分散電源 20 に通知すれば足りる。

[0085] また、分散電源 20 の数は、3 個以上となってもよい。電圧源型分散電源の個数、電流源型分散電源の個数の一方または両方は、2 個以上となってもよい。

分散電源 20 の制御点の条件 A は、式 (1) に示すように、電圧源型分散電源それぞれの電圧周波数 $f_{GFM, m}$ が、電流源型分散電源それぞれの電圧周波数 $f_{GFL, l}$ に等しいことに相当する。式 (1) において m は、個々の電圧源型分散電源を示すインデックスである。 m は、1 以上 M 以下の整数である。 M は、電圧源型分散電源の個数を示す。 l は、個々の電流源型分散電源を示すインデックスである。 l は、1 以上 L 以下の整数である。 L は、電流源型分散電源の個数を示す。

[0086] [数1]

$$f_{GFM, m} = f_{GFL, l} \quad \cdots (1)$$

[0087] 分散電源 20 の制御点の条件 B は、式 (2) に示すように、電圧源型分散電源 m からの出力電力 $P_{out_GFM, m}$ と電流源型分散電源 l からの出力電力 $P_{out_GFL, l}$ の総和が総需要電力 P_{load} に等しいことに相当する。

[数2]

$$\sum_{m=1}^M P_{out_GFM, m} + \sum_{l=1}^L P_{out_GFL, l} = P_{load} \quad \cdots (2)$$

[0088] 垂下特性決定部 112 は、個々の分散電源 20 に対し、定格周波数 f_n において条件 A を満たし、条件 B を満たす出力電力を出力電力指令値として、上記の最適計算を行って定めることができる。

[0089] 電圧源型分散電源の個数 M が 1 個であり、電流源型分散電源の個数が複数

個である場合、垂下特性決定部 112 は、その電圧源型分散電源の第 1 種垂下特性を参照して、個々の電流源型分散電源の第 2 種垂下特性を定めることができる。この場合においても、垂下特性決定部 112 は、その第 1 種垂下特性に基づいて電圧周波数の制御範囲を定めておく。垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の制御範囲に対応する出力電力の範囲が、第 1 種垂下特性の出力電力の制御範囲を含むように個々の電流源型分散電源の第 2 種垂下特性を定ねる。垂下特性決定部 112 は、定めた第 2 種垂下特性に基づいて、それぞれ対応する電流源型分散電源の制御情報を定めることができる。

[0090] 電圧源型分散電源の個数 M が 2 個以上である場合、垂下特性決定部 112 は、次の手順を実行して、 M 個共通の電圧周波数の制御範囲と出力電力の制御範囲を定め、共通の電圧周波数の制御範囲に対応する出力電力の制御範囲が M 個共通の電圧周波数の制御範囲を含むように、個々の電流源型分散電源の第 2 種垂下特性を定めてもよい。

[0091] より具体的には、垂下特性決定部 112 は、複数の電圧源型分散電源 m のそれぞれに対して、ステップ S102、S104 に示すように、出力電力指令値 $P_{ref_GFM, m}$ に基づいて第 1 種垂下特性を定めておく。その過程において、定格周波数 f_n を挟むように電圧周波数の制御範囲である下限 $f_{min, m}$ から上限 $f_{max, m}$ までの値域と、出力電力指令値 $P_{ref_GFM, m}$ を挟むように出力電力の定格範囲である下限 $P_{min, m}$ から上限 $P_{max, m}$ までの値域が定まる。

[0092] 次に、垂下特性決定部 112 は、複数の電圧源型分散電源 m それぞれの電圧周波数の制御範囲である下限 $f_{min, m}$ から上限 $f_{max, m}$ までの値域のうち、複数の電圧源型分散電源 m に共通の値域を電流源型分散電源に対する電圧周波数の制御範囲として定める。ここで、垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の制御範囲の下限として、個々の電圧源型分散電源 m に対する電圧周波数の下限 $f_{min, m}$ のうち最大値を選択する。垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の制御範囲の上限として、個々の電圧源型分散電源 m に対する電圧周波数の上限 $f_{max, m}$ のうち最小値を選択する。

[0093] 垂下特性決定部 112 は、複数の電圧源型分散電源 m に対して、第 1 種垂

下特性を参照して、共通の電圧周波数の制御範囲に対する出力電力の制御範囲の下限 $P'_{min, m}$ から上限 $P'_{max, m}$ までの値域をいずれも含む範囲を電流源型分散電源の出力電力の制御範囲として定める。ここで、垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源に対する出力電力の制御範囲の下限として、個々の電圧源型分散電源 m に対する出力電力の制御範囲の下限 $P'_{min, m}$ のうち最小値を選択する。垂下特性決定部 112 は、電流源型分散電源に対する出力電力の制御範囲の上限として、個々の電圧源型分散電源 m に対する出力電力の制御範囲の上限 $P'_{max, m}$ のうち最大値を選択する。

[0094] 従って、第2種垂下特性による出力電力の制御範囲は、 M 個の電圧源型分散電源のうち、最も狭い電圧周波数の定格範囲に対して、最も広い出力電力の制御範囲を含む。そのため、個々の電圧源型分散電源 m の電力供給能力や稼働状態の差異に影響されず、電流源型分散電源の出力電力の調整能力が活用される。

[0095] 複数の分散電源 20 の一部または全部は、分散電源の種別として電圧源型分散電源と電流源型分散電源のいずれで動作するかが可変であってもよい。分散電源の種別は、インバータ電源に対する制御構成に依存する。垂下特性決定部 112 は、種別が可変である分散電源 20（以下、「可変分散電源」と呼ぶことがある）に対しては、需要電力の変動率に基づいて種別を定めてもよい。垂下特性決定部 112 は、例えば、変動率が高いほど電圧源型分散電源として動作させる可変分散電源の割合を少なくし、電流源型分散電源として動作させる可変分散電源の割合を多くする。垂下特性決定部 112 は、可変分散電源に対しては、定めた種別に対応する手法に従って垂下特性を定める、分散電源の種別の情報を制御情報に含めて制御情報設定部 114 を用いて可変分散電源に通知する。

[0096] 可変分散電源は、分散電源統合管理装置 10 から入力された制御情報に示される種別が電圧源型分散電源である場合、電圧源型分散電源としての機能を開始する。ここで、可変分散電源のコンピュータシステムは、周波数制御部 214 と電圧制御部 218 の動作を有効化し、電力制御部 234 と電流制

御部 2 3 8 の動作を無効化する。

可変分散電源は、分散電源統合管理装置 1 0 から入力された制御情報に示される種別が電流源型分散電源である場合、電流源型分散電源としての機能を開始する。ここで、可変分散電源のコンピュータシステムは、周波数制御部 2 1 4 と電圧制御部 2 1 8 の動作を無効化し、電力制御部 2 3 4 と電流制御部 2 3 8 の動作を有効化する。

[0097] なお、分散電源統合管理システム S 1 において、複数の分散電源 2 0 のうちの少なくとも 1 個（例えば、電圧源型分散電源 2 0 - 1）が、垂下特性決定部 2 5 2 と制御情報設定部 2 5 4 を備え、分散電源管理機能を有してもよい（図示せず）。垂下特性決定部 2 5 2 と制御情報設定部 2 5 4 は、それぞれ上記の垂下特性決定部 1 1 2 と制御情報設定部 1 1 4 と同様の処理を実行する。但し、制御情報設定部 2 5 4 は、自電源に対する制御情報を垂下特性決定部 2 5 2 に出力し、他電源に対する制御情報をその電源に出力する。分散電源管理機能を有する分散電源 2 0 は、さらに出力電力指令値決定部 2 5 6 と記憶部 2 6 0 を備えてもよい（図示せず）。記憶部 2 6 0 には、上記の記憶部 1 2 0 と同様のデータを記憶し、出力電力指令値決定部 2 5 6 は上記の出力電力指令値決定部 1 1 6 と同様の処理を実行する。

分散電源統合管理システム S 1 において分散電源管理機能を有する分散電源 2 0 が備わる場合には、分散電源統合管理装置 1 0 が省略されてもよい。

[0098] なお、分散電源統合管理装置 1 0 の一部または全部、例えば、垂下特性決定部 1 1 2、制御情報設定部 1 1 4、および、出力電力指令値決定部 1 1 6、分散電源 2 0 の一部または全部、例えば、周波数制御部 2 1 4、電圧制御部 2 1 8、電力制御部 2 3 4、電流制御部 2 3 8 は、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、ASIC (Application Specific integrated Circuit) など専用の集積回路を用いて実現されてもよいし、汎用のコンピュータシステムを用いて実現されてもよい。コンピュータシステムは、プロセッサと記憶媒体を備える。プロセッサは、予め定めたプログラムを実行して、記憶媒体およびその他のハードウェアと協働して、各機能部の機能を実現する

。本願では、「プログラムの実行」または「プログラムを実行する」とは、プログラムに記述された指令で指示される処理を実行することを含む。プロセッサは、例えば、CPU (Central Processing Unit) である。記憶媒体は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read-only Memory) などを含む。記憶媒体には、各種のデータが一時的または非一時的に記憶される。記憶されるデータには、プログラムとその実行に用いられるパラメータセットなどが含まれる。プログラムは、アプリケーションプログラム、ユーティリティ、ファームウェア、API (Application Programming Interface) 関数など、いずれの形態で構成されてもよい。また、主目的とする機能の一部を実現するための差分プログラムとして構成されてもよい。

[0099] 以上に説明したように、本実施形態に係る分散電源統合管理システムS1は、複数の分散電源20を管理し、複数の分散電源20は、1個の電圧源型分散電源20-1と、1個の電流源型分散電源20-2と、を少なくとも含む。電圧源型分散電源20-1は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第1種垂下特性を有し、電流源型分散電源20-2は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第2種垂下特性を有する。分散電源統合管理システムS1は、共通の電圧周波数の制御範囲における第1種垂下特性に基づいて第2種垂下特性を与える制御情報を定める垂下特性決定部112と、定めた制御情報を電流源型分散電源20-2に設定する制御情報設定部114と、を備える。

[0100] また、複数の分散電源20の少なくとも1個は、蓄電池を備えてもよい。垂下特性決定部112は、蓄電池の放電方向の定格出力値を出力電力の制御範囲の上限（例えば、 P_{max} ）として定め、蓄電池の充電方向の定格出力値を出力電力の制御範囲の下限（例えば、 P_{min} ）として定めてもよい。

[0101] この構成により、電圧源型分散電源20-1の第1種垂下特性を参照して定められた第2種垂下特性を与える制御情報が電流源型分散電源20-2に設定される。そのため、需要電力の変動に応じて、電圧周波数を同期しながら

ら電圧源型分散電源 20-1 と電流源型分散電源 20-2 の出力電力が制御される。よって、電圧源型分散電源 20-1 と電流源型分散電源 20-2 の制御情報を独立に定める場合よりも、電流源型分散電源 20-2 による出力電力の調整能力が発揮される。

- [0102] また、垂下特性決定部 112 は、第 1 種垂下特性に基づいて、電圧源型分散電源 20-1 の出力電力の制御範囲（例えば、 P_{min} から P_{max} ）に対応する電圧周波数の制御範囲（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min} から Δf_{max} ）を定め、第 2 種垂下特性に基づく電圧周波数の制御範囲（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min} から Δf_{max} ）に対する電流源型分散電源 20-2 の出力電力の制御範囲が、電圧源型分散電源 20-1 の出力電力の定格範囲を含むように第 2 種垂下特性を定めてもよい。

この構成により、共通の電圧周波数の制御範囲において、電流源型分散電源 20-2 の出力電力の制御範囲が電圧源型分散電源 20-1 の出力電力の定格範囲を網羅することができる。需要電力の変動に応じて、電流源型分散電源 20-2 は制御範囲に制限されずに電圧源型分散電源 20-1 と出力電力の変動を分担することができる。そのため、電流源型分散電源 20-2 による出力電力の調整能力が発揮される。

- [0103] 垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の低下に従い出力電力が単調に増加し、電流源型分散電源 20-2 の出力電力の制御範囲の上限（例えば、 P_{max} ）に対応する電圧周波数（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min2} ）が電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数の制御範囲の下限（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min} ）以上となるように第 2 種垂下特性を定めてもよい。

この構成により、電圧周波数の制御範囲の下限が電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数の制御範囲の下限以下となる電圧周波数において、電流源型分散電源 20-2 の出力電力が、その制御範囲の上限に達する。そのため、定格電圧周波数よりも低い電圧周波数において、電流源型分散電源 20-2 による出力電力の調整能力が発揮される。ひいては、電圧周波数の変動が抑制される。

[0104] 垂下特性決定部 112 は、電圧周波数の上昇に従い出力電力が単調に減少し、電流源型分散電源 20-2 の出力電力の制御範囲の下限（例えば、 P_{min} ）に対応する電圧周波数（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{max2} ）が電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数の制御範囲の上限（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{max} ）以下となるように第 2 種垂下特性を定めてもよい。

この構成により、電圧周波数の制御範囲の上限が電圧源型分散電源 20-1 の電圧周波数の制御範囲の上限以下となる電圧周波数において、電流源型分散電源 20-2 の出力電力が、その制御範囲の下限に達する。そのため、定格電圧周波数よりも高い電圧周波数において、電流源型分散電源 20-2 による出力電力の調整能力が発揮される。ひいては、電圧周波数の変動が抑制される。

[0105] また、複数の分散電源 20 は複数個（例えば、 M 個）の電圧源型分散電源を含み、垂下特性決定部 112 は、第 2 種垂下特性に基づく出力電力の制御範囲（例えば、 P_{min2} から P_{max2} ）に対する電流源型分散電源の電圧周波数の制御範囲（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min2} から Δf_{max2} ）が、複数個の電圧源型分散電源のそれぞれの第 1 種垂下特性に基づく当該電圧源型分散電源 m の出力電力の定格範囲（例えば、 $P_{min,m}$ から $P_{max,m}$ ）に対する電圧周波数の制御範囲（例えば、 $f_{min,m}$ から $f_{max,m}$ ）のいずれにも含まれ、かつ、第 2 種垂下特性に基づく出力電力の制御範囲（例えば、 P_{min2} から P_{max2} ）が、複数個の電圧源型分散電源のそれぞれの第 1 種垂下特性に基づく電流源型分散電源の電圧周波数の制御範囲（例えば、電圧周波数偏差 Δf_{min2} から Δf_{max2} ）に対する電圧周波数の制御範囲（例えば、 $P'_{min,m}$ から $P'_{max,m}$ ）のいずれも含むように電流源型分散電源の制御情報を定めてもよい。

従って、第 2 種垂下特性による出力電力の制御範囲は、複数個の電圧源型分散電源のうち、最も狭い電圧周波数の定格範囲に対して、最も広い出力電力の制御範囲以上となる出力範囲を含む。そのため、個々の電圧源型分散電源の電力供給能力や稼働状態の差異に影響されず、電流源型分散電源の出力電力の調整能力が活用される。

[0106] また、分散電源統合管理システム S 1 は、複数の分散電源 2 0 それぞれの出力電力指令値の合計値が需要電力以下となり、複数の分散電源 2 0 それぞれの出力電力指令値が、それぞれの出力可能電力の範囲内となるように、出力電力指令値を定める出力電力指令値決定部 1 1 6 を備えてもよい。垂下特性決定部 1 1 2 は、電圧源型分散電源 2 0 - 1 に対する出力電力指令値に基づいて出力電力の制御範囲（例えば、 P_{min} から P_{max} ）を更新してもよい。

この構成により、需要電力の変動に応じて、電圧周波数を同期しながら電圧源型分散電源と電流源型分散電源の出力電力が制御される。そのため、電流源型分散電源の出力電力の調整能力を発揮することができる。

[0107] 以上、本開示の実施形態を説明したが、本開示はこれら実施形態およびその変形例に限定されることはない。本開示の主旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、および、その他の変更が可能である。

ブロック図、その他の図面に表現された矢印の向きは、説明の便宜上の表現であり、実装に際しての情報、データ、信号などの流れの向きを限定するものではない。

また、本開示は前述した説明によって限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0108] 本開示に係る分散電源統合管理システム、分散電源統合管理装置、分散電源統合管理方法、および、プログラムによれば、共通の電圧周波数の制御範囲における電圧源型分散電源の第 1 種垂下特性に基づいて電流源型分散電源の制御情報が定まる。そのため、自立電力系統において電流源型分散電源の出力電力の調整力を発揮することができる。

符号の説明

[0109] S 1 …分散電源統合管理システム、1 0 …分散電源統合管理装置、2 0 …分散電源、2 0 - 1 …電圧源型分散電源、2 0 - 2 …電流源型分散電源、1 1 2 …垂下特性決定部、1 1 4 …制御情報設定部、1 1 6 …出力電力指令値決定部、1 2 0 …記憶部、2 1 2 …入出力部、2 1 4 …周波数制御部、2 1 4

a、2 1 4 b、2 1 4 c…減算器、2 1 4 d…積分器、2 1 4 e…乗算器、
2 1 4 f…調速器、2 1 4 g…加算器、2 1 8…電圧制御部、2 2 2…電圧
源インバータ、2 3 2…入出力部、2 3 4…電力制御部、2 3 4 a…減算器
、2 3 4 b…乗算器、2 3 4 c…微分器、2 3 4 d…乗算器、2 3 4 e、2
3 4 f…加算器、2 3 8…電流制御部、2 4 2…電流源インバータ

請求の範囲

- [請求項1] 複数の分散電源を管理する分散電源統合管理システムであって、
前記複数の分散電源は、1個の電圧源型分散電源と、1個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、
前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第1種垂下特性を有し
前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第2種垂下特性を有し、
共通の電圧周波数の制御範囲における前記第1種垂下特性に基づいて前記第2種垂下特性を与える制御情報を定める垂下特性決定部と、
前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する制御情報設定部と、
を備える
分散電源統合管理システム。
- [請求項2] 前記垂下特性決定部は、
前記第1種垂下特性に基づいて、前記電圧源型分散電源の出力電力の制御範囲に対応する前記電圧周波数の制御範囲を定め、
前記第2種垂下特性に基づく前記電圧周波数の制御範囲に対する前記電流源型分散電源の出力電力の制御範囲が、前記電圧源型分散電源の出力電力の制御範囲を含むように前記第2種垂下特性を定める
請求項1に記載の分散電源統合管理システム。
- [請求項3] 前記垂下特性決定部は、
前記電圧周波数の低下に従い出力電力が単調に増加し、
前記電流源型分散電源の出力電力の制御範囲の上限に対応する電圧周波数が前記電圧源型分散電源の電圧周波数の制御範囲の下限以上となるように前記第2種垂下特性を定める
請求項2に記載の分散電源統合管理システム。
- [請求項4] 前記垂下特性決定部は、
前記電圧周波数の上昇に従い出力電力が単調に減少し、

前記電流源型分散電源の出力電力の制御範囲の下限に対応する電圧周波数が前記電圧源型分散電源の電圧周波数の制御範囲の上限以下となるように前記第 2 種垂下特性を定める

請求項 2 に記載の分散電源統合管理システム。

[請求項5]

前記複数の分散電源は複数個の電圧源型分散電源を含み、

前記垂下特性決定部は、

前記第 2 種垂下特性に基づく出力電力の制御範囲に対する前記電流源型分散電源の電圧周波数の制御範囲が、前記複数個の電圧源型分散電源のそれぞれの第 1 種垂下特性に基づく当該電圧源型分散電源の出力電力の定格範囲に対する電圧周波数の制御範囲のいずれにも含まれ、かつ、

前記第 2 種垂下特性に基づく出力電力の制御範囲が、前記複数個の電圧源型分散電源のそれぞれの第 1 種垂下特性に基づく前記電流源型分散電源の電圧周波数の制御範囲に対する電圧周波数の制御範囲のいずれも含むように

前記電流源型分散電源の制御情報を定める

請求項 2 に記載の分散電源統合管理システム。

[請求項6]

前記複数の分散電源それぞれの出力電力指令値の合計値が需要電力以下となり、

前記複数の分散電源それぞれの出力電力指令値が、それぞれの出力可能電力の範囲内となるように、前記出力電力指令値を定める出力電力指令値決定部を備え、

前記垂下特性決定部は、

前記電圧源型分散電源に対する出力電力指令値に基づいて前記出力電力の制御範囲を更新する

請求項 1 に記載の分散電源統合管理システム。

[請求項7]

前記複数の分散電源の少なくとも 1 個は、蓄電池を備え、

前記垂下特性決定部は、

前記蓄電池の放電方向の定格出力値を前記出力電力の制御範囲の上限として定め、

前記蓄電池の充電方向の定格出力値を前記出力電力の制御範囲の下限として定める

請求項 1 に記載の分散電源統合管理システム。

[請求項8]

複数の分散電源を管理する分散電源統合管理装置であって、

前記複数の分散電源は、1 個の電圧源型分散電源と、1 個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、

前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第 1 種垂下特性を有し

前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第 2 種垂下特性を有し、

共通の電圧周波数の制御範囲における前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定める垂下特性決定部と、

前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する制御情報設定部と、を備える

分散電源統合管理装置。

[請求項9]

コンピュータに、

1 個の電圧源型分散電源と、1 個の電流源型分散電源と、を少なくとも含む

複数の分散電源を管理させるためのプログラムであって、

前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第 1 種垂下特性を有し

前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第 2 種垂下特性を有し、

共通の電圧周波数の制御範囲における前記第 1 種垂下特性に基づいて前記第 2 種垂下特性を与える制御情報を定め、

前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定させるための

プログラム。

[請求項10] 複数の分散電源を管理する分散電源統合管理システムにおける分散電源統合管理方法であって、

前記複数の分散電源は、1個の電圧源型分散電源と、1個の電流源型分散電源と、を少なくとも含み、

前記電圧源型分散電源は、電圧源として動作し、電圧周波数が出力電力に応じて変化する垂下特性である第1種垂下特性を有し

前記電流源型分散電源は、電流源として動作し、出力電力が電圧周波数に応じて変化する垂下特性である第2種垂下特性を有し、

垂下特性決定部が、共通の電圧周波数の制御範囲における前記第1種垂下特性に基づいて前記第2種垂下特性を与える制御情報を定め、

制御情報設定部が、前記制御情報を前記電流源型分散電源に設定する

分散電源統合管理方法。