

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7585525号
(P7585525)

(45)発行日 令和6年11月18日(2024.11.18)

(24)登録日 令和6年11月8日(2024.11.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 9/06 (2006.01) H 0 2 J 9/06 1 2 0

H 0 2 J 3/38 (2006.01) H 0 2 J 3/38 1 8 0

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号	特願2023-577628(P2023-577628)	(73)特許権者	501137636
(86)(22)出願日	令和5年7月10日(2023.7.10)		株式会社 T M E I C
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/025391		東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号
審査請求日	令和5年12月15日(2023.12.15)	(74)代理人	110001195
			弁理士法人深見特許事務所
		(72)発明者	大西 啓祐
			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	益永 博史
			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	沼本 重夫
			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	宮本 秀一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電源装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力系統および負荷の間に接続され、前記電力系統の健全時には前記電力系統から供給される第 1 の交流電力を前記負荷に供給し、前記電力系統の停電時には第 2 の交流電力を前記負荷に供給する電源装置であって、

前記第 1 の交流電力の一部を直流電力に変換して蓄電装置に蓄える充電動作と、前記蓄電装置の直流電力を前記第 2 の交流電力に変換する放電動作とを選択的に実行するように構成された第 1 の電力変換器と、

前記電力系統における電力需給を調整するサーバと通信接続される制御装置とを備え、前記電力系統の停電時、前記制御装置は、

前記第 2 の交流電力を前記負荷に供給するように、前記第 1 の電力変換器における前記放電動作を制御し、

前記蓄電装置には、前記電力系統の停電が発生してから予め定められた補償時間が経過するまでに前記蓄電装置から前記負荷に前記第 2 の交流電力を供給するために必要な SOC 以上である SOC 基準値と、前記 SOC 基準値よりも大きい待機用 SOC とが設定されており、

前記電力系統の健全時、前記制御装置は、

前記蓄電装置が満充電状態になるように前記第 1 の電力変換器における前記充電動作を制御し、

前記電力系統における需要量を調整するためのデマンドレスポンスの予告信号を前記サ

サーバから受信した場合には、

前記第 1 の交流電力および前記第 2 の交流電力の合計電力を前記負荷に供給するように前記第 1 の電力変換器における前記放電動作を制御し、

前記蓄電装置の SOC が前記待機用 SOC まで低下したことに応じて、前記放電動作を停止させ、

前記サーバから受信したデマンドレスポンス指令に応じて、前記第 1 の電力変換器における前記放電動作または前記充電動作を制御する、電源装置。

【請求項 2】

前記予告信号を受信した後に、前記電力系統における需要量を減少させる下げデマンドレスポンス指令を前記サーバから受信した場合には、前記制御装置は、

10

前記第 1 の交流電力および前記第 2 の交流電力の合計電力を前記負荷に供給するように前記第 1 の電力変換器における前記放電動作を制御し、

前記蓄電装置の SOC が前記 SOC 基準値まで低下したことに応じて、前記放電動作を停止させる、請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 3】

前記下げデマンドレスポンス指令を前記サーバから受信した場合、前記制御装置は、

前記蓄電装置の SOC が前記 SOC 基準値まで低下したことに応じて、デマンドレスポンス不可信号を前記サーバに送信する、請求項 2 に記載の電源装置。

【請求項 4】

前記予告信号を受信した後に、前記電力系統における需要量を増加させる上げデマンドレスポンス指令を前記サーバから受信した場合には、前記制御装置は、

20

前記第 1 の電力変換器における前記充電動作を制御し、

前記蓄電装置の SOC が、前記満充電状態よりも小さい SOC 上限値に達したことに応じて、前記充電動作を停止させる、請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 5】

前記上げデマンドレスポンス指令を前記サーバから受信した場合、前記制御装置は、

前記蓄電装置の SOC が前記 SOC 上限値に達したことに応じて、デマンドレスポンス不可信号を前記サーバに送信する、請求項 4 に記載の電源装置。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記蓄電装置の SOC に応じて、前記蓄電装置の前記充電動作を、定電流充電から定電圧充電に切り替えるように構成され、

30

前記 SOC 上限値は、前記定電流充電から前記定電圧充電に切り替えられるときの SOC に基づいて設定される、請求項 4 に記載の電源装置。

【請求項 7】

前記電源装置は、第 1 の端子が前記電力系統に接続され、第 2 の端子が前記負荷に接続されるスイッチをさらに備え、

前記制御装置は、前記電力系統の健全時に前記スイッチをオンし、前記電力系統の停電時に前記スイッチをオフするように構成され、

前記第 1 の電力変換器は、前記第 2 の端子および前記蓄電装置の間に接続される、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

40

【請求項 8】

前記電源装置は、

前記電力系統の健全時には、前記第 1 の交流電力を直流電力に変換して直流ラインに供給し、前記電力系統の停電時には、その運転が停止される第 2 の電力変換器と、

前記直流ラインから受ける直流電力を第 3 の交流電力に変換して前記負荷に供給する第 3 の電力変換器とをさらに備え、

前記第 1 の電力変換器は、前記直流ラインおよび前記蓄電装置の間に接続される、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 9】

前記蓄電装置は、リチウムイオン電池である、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の

50

電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特開平8-289470公報（特許文献1）には、商用電源から負荷に電力を供給する電源装置が開示されている。この電源装置は、商用電源の停電時に蓄電装置に蓄えられた電力を負荷に供給する無停電電源装置と、負荷の電力使用量（デマンド）を監視するデマンド監視装置と、デマンド制御装置とを備えている。デマンド制御装置は、負荷の電力使用量が契約電力を超過することが予測される場合には、無停電電源装置の余剰電力を算出し、算出された余剰電力を負荷に供給するように構成される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平8-289470号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

近年、電力系統における電力の需要と供給とのバランスを調整するために、需要家における電力使用量を制御するデマンドレスポンス（DR：Demand Response）が提案されている。ある局面では、電力会社は、アグリゲータと連携することにより、DR指令によって各需要家に所定の要請を行うことにより、電力の需給バランスを調整することができる。DR指令には、電力の需要量の増加を要請する上げDR指令と、電力の需要量の抑制を要請する下げDR指令とがある。

【0005】

需要家は、アグリゲータからのDR指令に従って蓄電装置の充電および放電を行うことで、電力系統の需給調整に貢献することができる。しかしながら、一方で、DRの実行によって蓄電装置のSOC（State Of Charge）が変動するため、DRの実行中または実行後において電力系統の停電が発生した場合に、停電補償のために必要な電力が蓄電装置に蓄えられていないという状況が起こり得る。この場合、電源装置の本来の停電補償機能が損なわれてしまうため、安定した交流電力を負荷に供給することができなくなることが懸念される。

30

【0006】

本開示は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、電力系統の停電時における負荷への給電を確保しつつ、電力系統の需給調整に貢献することができる電源装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本開示の一態様に係る電源装置は、電力系統および負荷の間に接続される。電源装置は、電力系統の健全時には電力系統から供給される第1の交流電力を負荷に供給し、電力系統の停電時には第2の交流電力を負荷に供給する。電源装置は、第1の電力変換器と、制御装置とを備える。第1の電力変換器は、第1の交流電力の一部分を直流電力に変換して蓄電装置に蓄える充電動作と、蓄電装置の直流電力を第2の交流電力に変換する放電動作とを選択的に実行するように構成される。制御装置は、電力系統における電力需給を調整するサーバと通信接続される。電力系統の停電時、制御装置は、第2の交流電力を負荷に供給するように、第1の電力変換器における放電動作を制御する。蓄電装置には、電力系統の停電が発生してから予め定められた補償時間が経過するまでに蓄電装置から負荷に前記第2の交流電力を供給するために必要なSOC以上であるSOC基準値と、SOC基準

50

値よりも大きい待機用SOCとが設定されている。電力系統の健全時、制御装置は、蓄電装置が満充電状態になるように第1の電力変換器における充電動作を制御する。電力系統における需要量を調整するためのデマンドレスポンスの予告信号をサーバから受信した場合には、制御装置は、第1の交流電力および第2の交流電力の合計電力を負荷に供給するように第1の電力変換器における放電動作を制御する。制御装置は、蓄電装置のSOCが待機用SOCまで低下したことに応じて、放電動作を停止させる。制御装置は、サーバから受信したデマンドレスポンス指令に応じて、第1の電力変換器における放電動作または充電動作を制御する。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、電力系統の停電時における負荷への給電を確保しつつ、電力系統の需給調整に貢献することができる電源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本開示の実施の形態に係る電源装置の構成を示す図である。

【図2】制御装置のハードウェア構成例を示す図である。

【図3】電力系統の健全時におけるMPCの動作を説明する図である。

【図4】電力系統の停電時におけるMPCの動作を説明する図である。

【図5】下げDR指令を受信した場合のMPCの動作を説明する図である。

【図6】下げDRを実行するときの蓄電装置の充放電制御を説明する図である。

【図7】上げDR指令を受信した場合のMPCの動作を説明する図である。

【図8】上げDRを実行するときの蓄電装置の充放電制御を説明する図である。

【図9】本実施の形態における蓄電装置の充放電制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図10】本実施の形態における蓄電装置の充放電制御の処理手順を示すフローチャートである。

【図11】本実施の形態の変形例に係る電源装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0011】

<電源装置の構成>

図1は、本開示の実施の形態に係る電源装置の構成を示す図である。図1では、電源装置の一態様として、瞬低補償装置(MPC: Multiple Power Compensator)について説明する。

【0012】

図1に示すように、MPC110は、電力系統200から電力供給を受ける需要家100内に設置されている。需要家100内には、負荷120、蓄電装置130、および通信装置140がさらに設置されている。

【0013】

MPC110は、電力系統200および負荷120の間に接続され、電力系統200から供給される交流電圧が比較的短時間(例えば、1秒未満)低下またはゼロとなる現象(瞬時電圧低下または瞬時停電)が発生した場合に、安定した交流電力を無瞬断で負荷120に供給するための装置である。

【0014】

なお、電力系統200から供給される交流電圧が比較的長時間(例えば1秒以上)ゼロとなる現象(停電)が発生した場合に、負荷120に交流電力を供給する装置は、無停電電源装置(UPS: Uninterruptible Power Supply)と呼ばれる。本明細書では、MPCおよびUPSを総称して「電源装置」と呼ぶ。また、本明細書では、電力系統200

10

20

30

40

50

の瞬時電圧低下、瞬時停電および停電を「停電」と総称する。

【 0 0 1 5 】

M P C 1 1 0 は、入力端子 T 1、出力端子 T 2、直流端子 T 3、V C B (Vacuum Circuit Breaker : 真空遮断器) 1 , 5 , 6 , 2 1、高速スイッチ (H S S : High Speed Switch) 2、電力変換器 7、変圧器 2 0、操作部 2 2、および制御装置 2 3 を備える。

【 0 0 1 6 】

入力端子 T 1 は、電力系統 2 0 0 から供給される商用周波数の交流電圧 V I を受ける。交流電圧 V I の瞬時値は、制御装置 2 3 によって検出される。制御装置 2 3 は、交流電圧 V I が下限値よりも低下した場合に、交流電圧 V I の停電が発生したと判別する。

【 0 0 1 7 】

出力端子 T 2 は、負荷 1 2 0 に接続される。負荷 1 2 0 は、出力端子 T 2 から供給される交流電圧 V O によって駆動される。交流電圧 V O の瞬時値は、制御装置 2 3 によって検出される。

【 0 0 1 8 】

直流端子 T 3 は、蓄電装置 1 3 0 に接続される。蓄電装置 1 3 0 は、直流電力を蓄える。蓄電装置 1 3 0 は、例えばリチウムイオン電池などの二次電池である。ただし、リチウムイオン電池の代わりに鉛蓄電池を使用してもよい。また、二次電池の代わりに電気二重層キャパシタを使用してもよい。直流端子 T 3 の直流電圧 V B は、制御装置 2 3 によって検出される。直流電圧 V B は、蓄電装置 1 3 0 の端子間電圧 (以下、「バッテリー電圧」とも称する) に相当する。

【 0 0 1 9 】

なお、M P C 1 1 0 は、電力系統 2 0 0 から三相交流電圧を受け、負荷 1 2 0 に三相交流電圧を供給するものであるが、図面および説明の簡単化のため、図 1 では一相分の回路のみが示されている。

【 0 0 2 0 】

V C B 1、高速スイッチ 2、および V C B 5 は、入力端子 T 1 と出力端子 T 2 との間に直列接続される。V C B 1 , 5 は、M P C 1 1 0 の通常運転時にオンされ、例えば高速スイッチ 2 のメンテナンス時またはバイパス給電時にオフされる。

【 0 0 2 1 】

高速スイッチ 2 は、直列接続された半導体スイッチおよび機械スイッチを含む。半導体スイッチおよび機械スイッチは、制御装置 2 3 によって制御され、交流電圧 V I が正常である場合 (電力系統 2 0 0 の健全時) にオンされ、交流電圧 V I が正常でない場合 (電力系統 2 0 0 の停電時) にオフされる。

【 0 0 2 2 】

半導体スイッチは、機械スイッチと比べて、動作速度が速く、耐圧が低いという特性を有する。機械スイッチは、半導体スイッチと比べて、動作速度が遅く、耐圧が高いという特性を有する。半導体スイッチおよび機械スイッチを直列接続することにより、瞬低発生時に瞬時にオフし、高い耐圧を有する高速スイッチ 2 を構成している。

【 0 0 2 3 】

V C B 6 は、入力端子 T 1 と出力端子 T 2 との間に接続される。V C B 6 は、M P C 1 1 0 の通常運転時にオフされ、例えばバイパス給電時にオンされる。V C B 6 がオンされると、電力系統 2 0 0 から V C B 6 を介して負荷 1 2 0 に交流電圧 V I が供給され、負荷 1 2 0 が運転される。

【 0 0 2 4 】

電力変換器 7 は、双方向コンバータ 8、電流検出器 1 0、リアクトル 1 1、およびコンデンサ 1 2 を含む。双方向コンバータ 8 の直流端子 8 a は直流端子 T 3 に接続され、その交流端子 8 b はリアクトル 1 1 を介して変圧器 2 0 の一次巻線 2 0 a に接続される。変圧器 2 0 の二次巻線 2 0 b は、V C B 2 1 を介して、高速スイッチ 2 および V C B 5 間のノード N 1 に接続されている。変圧器 2 0 の一次巻線 2 0 a に現れる交流電圧 V A C の瞬時値は、制御装置 2 3 によって検出される。電力変換器 7 は「第 1 の電力変換器」の一実施

10

20

30

40

50

例に対応する。

【 0 0 2 5 】

双方向コンバータ 8 は、複数の半導体スイッチング素子および複数のダイオードを含む周知のものであり、制御装置 2 3 により、例えば PWM (Pulse Width Modulation) 制御される。双方向コンバータ 8 に含まれる各半導体スイッチング素子を所定の周波数でオンおよびオフさせることにより、交流電力を直流電力に変換したり、逆に、直流電力を交流電力に変換することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

ある局面では、電力系統 2 0 0 の健全時、双方向コンバータ 8 は、電力系統 2 0 0 から V C B 1、高速スイッチ 2、V C B 2 1、変圧器 2 0、およびリアクトル 1 1 を介して供給される交流電力を直流電力に変換して蓄電装置 1 3 0 に蓄える。電力系統 2 0 0 の停電時には、双方向コンバータ 8 は、蓄電装置 1 3 0 の直流電力を交流電力に変換して交流端子 8 b に出力する。この交流電力は、リアクトル 1 1、変圧器 2 0、および V C B 2 1、5 を介して負荷 1 2 0 に供給される。このように双方向コンバータ 8 は、蓄電装置 1 3 0 に直流電力を蓄える充電動作と、蓄電装置 1 3 0 の直流電力を負荷 1 2 0 に供給する放電動作とを選択的に実行可能に構成されている。

10

【 0 0 2 7 】

電流検出器 1 0 は、リアクトル 1 1 に流れる電流 I_L を検出し、その検出値を示す信号 $I_L f$ を制御装置 2 3 に与える。

【 0 0 2 8 】

リアクトル 1 1 およびコンデンサ 1 2 は、交流フィルタを構成する。この交流フィルタは、低域通過フィルタであり、商用周波数の電流を通過させ、双方向コンバータ 8 で発生するスイッチング周波数の電流を遮断する。換言すると、交流フィルタは、双方向コンバータ 8 の出力電圧を正弦波状の交流電圧 V_{AC} に変換する。

20

【 0 0 2 9 】

変圧器 2 0 は、ノード N 1 と電力変換器 7 との間で交流電力を授受する。V C B 2 1 は、M P C 1 1 0 の通常運転時にオンされ、例えば高速スイッチ 2 または電力変換器 7 のメンテナンス時にオフされる。

【 0 0 3 0 】

操作部 2 2 は、複数のボタン、複数のスイッチおよびディスプレイなどを含む。M P C 1 1 0 の使用者は、操作部 2 2 を操作することにより、M P C 1 1 0 の起動、停止、自動運転および手動運転などを指示したり、種々の条件設定などを行うことが可能となっている。操作部 2 2 は、使用者の指示などを示す信号を制御装置 2 3 に与える。

30

【 0 0 3 1 】

制御装置 2 3 は、操作部 2 2 からの信号、交流電圧 V_I 、 V_O 、 V_{AC} 、直流電圧 V_B 、電流検出器 1 0 の出力信号 $I_L f$ 等に基づいて、M P C 1 1 0 全体を制御する。

【 0 0 3 2 】

ある局面では、電力系統 2 0 0 の健全時には、制御装置 2 3 は、交流電圧 V_{AC} 、直流電圧 V_B 、および電流検出器 1 0 の出力信号 $I_L f$ に基づいて、直流端子 T 3 の直流電圧 (バッテリ電圧) V_B が参照直流電圧 V_{Br} になるように双方向コンバータ 8 を制御する。電力系統 2 0 0 の停電時には、制御装置 2 3 は、出力端子 T 2 の交流電圧 V_O が参照交流電圧 V_{Or} になるように双方向コンバータ 8 を制御する。

40

【 0 0 3 3 】

図 2 は、制御装置 2 3 のハードウェア構成例を示す図である。代表的には、制御装置 2 3 は、所定のプログラムが予め記憶されたマイクロコンピュータによって構成することができる。

【 0 0 3 4 】

例えば、図 2 に示されるように、制御装置 2 3 は、C P U (Central Processing Unit) 2 3 0 と、メモリ 2 3 2 と、入出力 (I / O) 回路 2 3 4 とを含んで構成される。C P U 2 3 0、メモリ 2 3 2 および I / O 回路 2 3 4 は、バス 2 3 6 を経由して、相互にデ

50

ータの授受が可能である。メモリ 2 3 2 の一部領域にはプログラムが予め格納されており、CPU 2 3 0 が当該プログラムを実行することで、各種機能を実現することができる。

【 0 0 3 5 】

あるいは、図 2 の例とは異なり、制御装置 2 3 の少なくとも一部については、FPGA (Field Programmable Gate Array)、または、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などの回路を用いて構成することができる。また、制御装置 2 3 の少なくとも一部について、アナログ回路によって構成することも可能である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に戻って、制御装置 2 3 は、通信装置 1 4 0 に通信可能に接続されている。通信装置 1 4 0 は、図示しない通信ネットワークを経由してアグリゲータサーバ 2 1 0 と通信可能なデバイスであり、アグリゲータサーバ 2 1 0 との間で各種情報を遣り取りする。

10

【 0 0 3 7 】

アグリゲータサーバ 2 1 0 は、アグリゲータが管理および運用するサーバである。アグリゲータとは、多くの需要家が有するエネルギーリソースを束ね、需要家と電力会社との間に立って、電力の需要と供給とのバランスの調整、および各需要家のエネルギーリソースの最大限の活用に取り組む事業者である。

【 0 0 3 8 】

電力会社は、アグリゲータと連携することにより、デマンドレスポンス (以下、「DR」とも称する) によって、電力の需給バランスを調整することができる。DR は、デマンドレスポンス指令 (以下、「DR 指令」とも称する) によって各需要家に所定の要請を行うことにより、電力の需給バランスを調整する手法である。DR 指令には、電力の需要量の増加を要請する DR 指令 (以下、「上げ DR 指令」とも称する) と、電力の需要量の抑制を要請する DR 指令 (以下、「下げ DR 指令」とも称する) とがある。

20

【 0 0 3 9 】

例えば、夏の猛暑日や冬の寒い日に電力の需要が急激に高まり、需給がひっ迫する場合には、電力会社は、アグリゲータに電力の需要量を下げようとして要請する。この要請を受けてアグリゲータは、管轄する需要家に対し、下げ DR 指令を出力する。各需要家の協力により抑制された電力はアグリゲータにとりまとめられ、電力会社へ提供される。

【 0 0 4 0 】

太陽光発電および風力発電などの再生可能エネルギーの発電量が増加したことにより電力の供給量が需要量を上回る場合には、電力会社は、アグリゲータに電力の需要量を増やすように要請する。この要請を受けてアグリゲータは、管轄する需要家に対し、上げ DR 指令を出力する。

30

【 0 0 4 1 】

このような要請に応じて DR に協力することにより、各需要家は、報酬を得ることができる。アグリゲータは、電力会社から報酬を受け取り、各需要家へ支払う仲介をする。

【 0 0 4 2 】

アグリゲータサーバ 2 1 0 は、制御装置 2 1 2 と、記憶装置 2 1 4 と、通信装置 2 1 6 とを含んで構成される。制御装置 2 1 2 は、プロセッサを含み、所定の情報処理を行うとともに通信装置 2 1 6 を制御するように構成される。記憶装置 2 1 4 は、各種情報を記憶可能に構成される。通信装置 2 1 6 は、各種通信 I/F を含む。制御装置 2 1 2 は、通信装置 2 1 6 を通じて外部と通信するように構成される。

40

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、制御装置 2 3 は、電力系統 2 0 0 の健全時において、通信装置 1 4 0 を経由してアグリゲータサーバ 2 1 0 から DR 指令 (上げ DR 指令または下げ DR 指令) を受信した場合には、受信した DR 指令に応じて双方向コンバータ 8 を制御するように構成される。

【 0 0 4 4 】

具体的には、アグリゲータサーバ 2 1 0 から下げ DR 指令を受信した場合には、制御装置 2 3 は、電力系統 2 0 0 から供給される交流電力と、蓄電装置 1 3 0 から双方向コンバ

50

ータ 8 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 120 に供給されるように、双方向コンバータ 8 を制御する。このように負荷 120 に供給する交流電力の一部を蓄電装置 130 の直流電力が負担することにより、電力系統 200 から需要家 100 に供給される交流電力を減らすことができる。これにより、需要家 100 は、電力会社が要請する電力の需要量の抑制に貢献することができ、貢献量に応じた報酬を得ることができる。

【0045】

また、アグリゲータサーバ 210 から上げ DR 指令を受信した場合には、制御装置 23 は、蓄電装置 130 に直流電力を蓄える充電動作を実行するように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより負荷 120 に供給する交流電力と蓄電装置 130 に蓄えられる電力との合計電力が電力系統 200 から供給されることにより、電力系統 200 から需要家 100 に供給される交流電力を増やすことができる。その結果、需要家 100 は、電力会社が要請する電力の需要量の増加に貢献することができ、貢献量に応じた報酬を得ることができる。

10

【0046】

しかしながら、アグリゲータサーバ 210 からの DR 指令に従って蓄電装置 130 の充電および放電が行われることにより、蓄電装置 130 の SOC (State Of Charge) が変動する。そのため、DR の実行中または実行後において電力系統 200 の停電が発生した場合に、停電補償のために必要な電力が蓄電装置 130 に蓄えられていないという状況が起こり得る。この場合、MPC 110 の本来の停電補償機能が損なわれてしまうため、安定した交流電力を負荷 120 に供給することができなくなることが懸念される。

20

【0047】

このような事態を回避するため、本実施の形態に係る MPC 110 は、負荷 120 に対する停電補償を確保しつつ、電力会社が要請する電力系統 200 の需給調整に貢献することができるように、蓄電装置 130 の充放電制御を実行する。

【0048】

< MPC の動作 >

次に、図 1 に示した MPC 110 の動作について説明する。

【0049】

図 3 および図 4 は、MPC 110 の通常運転時の動作を説明する図である。通常運転時には、VCB 1, 5 はオンされ、VCB 6 (図示せず) はオフされている。図 3 には、電力系統 200 の健全時における MPC 110 から負荷 120 に供給される電力の流れが矢印で示されている。電力系統 200 の健全時には、HSS 2 がオンされ、電力系統 200 から VCB 1、HSS 2 および VCB 5 を介して負荷 120 に交流電力が供給され、負荷 120 が運転される。

30

【0050】

また、電力系統 200 から VCB 1、HDD 2 および VCB 21 を介して電力変換器 7 に交流電力が供給され、その交流電力が双方向コンバータ 8 によって直流電力に変換されて蓄電装置 130 に蓄えられる。

【0051】

制御装置 23 は、直流端子 T3 の直流電圧 (バッテリー電圧) VB が参照直流電圧 VBr になるように双方向コンバータ 8 を制御する。参照直流電圧 VBr は、蓄電装置 130 の OCV - SOC カープにおいて蓄電装置 130 が満充電状態 (SOC = 100%) となるときの OCV に基づいて設定される。

40

【0052】

図 3 では、負荷 120 の消費電力が 100% であり、電力系統 200 から 100% の電力が供給される場合が示されている。蓄電装置 130 が既に十分に充電されており、蓄電装置 130 に流れる電流は十分に小さいものとする。

【0053】

図 4 には、電力系統 200 の停電時における MPC 110 から負荷 120 に供給される電力の流れが矢印で示されている。電力系統 200 の停電時には、HSS 2 がオフされ、

50

電力系統 200 と負荷 120 とが切り離される。

【0054】

制御装置 23 は、出力端子 T2 の交流電圧 VO が参照交流電圧 VO_r になるように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより蓄電装置 130 から電力変換器 7 に 100% の電力が供給され、電力変換器 7 から負荷 120 に 100% の電力が供給される。したがって、負荷 120 の運転が継続される。

【0055】

図 5 は、アグリゲータサーバ 210 から下げ DR 指令を受信した場合の MPC110 の動作を説明する図である。図 5 には、MPC110 から負荷 120 に供給される電力の流れが矢印で示されている。

10

【0056】

図 5 では、負荷 120 の消費電力が 100% である場合において、下げ DR の実行によって電力系統 200 から負荷 120 に 80% の電力が供給されている。制御装置 23 は、出力端子 T2 の交流電圧 VO が参照交流電圧 VO_r になるように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより蓄電装置 130 から電力変換器 7 を介して負荷 120 に 20% の電力が供給される。すなわち、電力系統 200 から供給される 80% の電力と、蓄電装置 130 から供給される 20% の電力とが合計されることにより、100% の電力が負荷 120 に供給される。

【0057】

図 6 は、下げ DR を実行するときの蓄電装置 130 の充放電制御を説明する図である。図 6 には、充放電制御によって蓄電装置 130 の SOC が変化する様子が模式的に示されている。

20

【0058】

図 6 に示すように、蓄電装置 130 の SOC には、蓄電装置 130 の充電および放電を制御するための目安となる判定値 SOC_{min}, SOC_{backup}, SOC_{wait}, SOC_{max} が設定されている。SOC = 0% は蓄電装置 130 の空状態に対応し、SOC = 100% は蓄電装置 130 の満充電状態に対応する。

【0059】

SOC には、過放電を防止するために蓄電装置 130 の放電を禁止する禁止領域が設定されている。SOC_{min} は、この禁止領域に基づいて設定される。SOC < SOC_{min} になると、蓄電装置 130 の放電が禁止される。

30

【0060】

SOC には、さらに、DR の実行中に蓄電装置 130 の充電を禁止する禁止領域が設定されている。リチウムイオン電池などの二次電池を充電するときには、一般的に、SOC に応じて、定電流充電から定電圧充電に切り替えられる。具体的には、充電初期には、充電電流を一定に保つ定電流充電が行われる。そして、定電流充電の実行中に SOC が所定値に達したことに応じて、定電流充電から、バッテリー電圧を一定に保つ定電圧充電に切り替えられる。

【0061】

定電圧充電の実行中は、定電流充電に比べて充電電流が小さくなるため、充電電力が制限される。そのため、後述する上げ DR の実行中に、蓄電装置 130 が定電流充電から定電圧充電に切り替わることによって、アグリゲータから要請される電力調整量（上げ DR 量）に応じた電力を蓄電装置 130 が受け入れることができなく可能性がある。電力調整の安定化のために、上げ DR の実行中に SOC > SOC_{max} になると、制御装置 23 は、蓄電装置 130 の充電を停止することとする。SOC_{max} は「SOC 上限値」の一実施例に対応する。SOC_{max} は、例えば、蓄電装置 130 が定電流充電から定電圧充電に切り替えられるときの SOC に基づいて設定することができる。

40

【0062】

SOC_{backup} は、MPC110 が有する、電力系統 200 の停電時のバックアップ電源としての機能（停電補償機能）を担保するための SOC である。SOC_{backup}

50

p は、停電補償用蓄電量以上になるように設定される。停電補償用蓄電量とは、電力系統 200 の停電が発生したときに、予め定められた補償時間に亘って蓄電装置 130 から負荷 120 に対して電力を供給し続けるために必要な蓄電量である。したがって、停電補償機能を担保するためには、電力系統 200 の健全時において SOC を SOC backup 以上に保つ必要がある。SOC backup は「SOC 基準値」の一実施例に対応する。

【0063】

SOC backup は、SOC min より大きく、SOC max よりも小さくなるように設定されている。SOC backup < SOC max としたことにより、図 5 に示したように、下げ DR の実行時において、停電補償用蓄電量を確保しつつ、負荷 120 に供給する電力の一部分を蓄電装置 130 が負担することができる。また、後述する上げ DR の実行時には、停電補償用蓄電量を確保しつつ、電力系統 200 から供給される電力の一部分を蓄電装置 130 に蓄えることができる。

10

【0064】

SOC wait は、SOC backup よりも大きく、SOC max よりも小さくなるように設定されている。SOC wait は、DR の実行に備えて、蓄電装置 130 を充電動作および放電動作の何れにも対応可能な状態としておくための「待機用 SOC」に対応する。

【0065】

図 6 には、蓄電装置 130 の SOC と、直流端子 T3 の直流電圧（バッテリー電圧）VB との関係が示されている。バッテリー電圧 VB は、蓄電装置 130 の OCV - SOC カーブに基づいている。電圧 VB1 は、OCV - SOC カーブにおいて、SOC が SOC min になるときの OCV に対応する。電圧 VB2 は、OCV - SOC カーブにおいて、SOC が SOC backup になるときの OCV に対応する。電圧 VB3 は、OCV - SOC カーブにおいて、SOC が SOC wait になるときの OCV に対応する。電圧 VB4 は、OCV - SOC カーブにおいて、SOC が SOC max になるときの OCV に対応する。電圧 VB5 は、OCV - SOC カーブにおいて、SOC = 100% になるときの OCV に対応する。

20

【0066】

通常運転時、制御装置 23 は、バッテリー電圧 VB の目標電圧である参照直流電圧 VBr を VB5 に設定し、バッテリー電圧 VB が参照直流電圧 VBr (= VB5) になるように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより蓄電装置 130 の SOC は 100%（満充電状態）に保たれる。ただし、アグリゲータからの要請に応じて上げ DR を開始するときに蓄電装置 130 の SOC が満充電状態である場合には、電力系統 200 から供給される電力の一部分を蓄電装置 130 が受け入れることができなくなる。

30

【0067】

そこで、制御装置 23 は、DR の実行に先立って、DR の開始を予告する DR 予告信号をアグリゲータサーバ 210 から受信すると、電力系統 200 から供給される交流電力と、蓄電装置 130 から双方向コンバータ 8 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 120 に供給されるように、双方向コンバータ 8 を制御する。

【0068】

双方向コンバータ 8 によって蓄電装置 130 の放電動作が実行されることにより、蓄電装置 130 の SOC が低下する。SOC が SOC wait まで低下すると、制御装置 23 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 130 の放電を停止する。なお、アグリゲータサーバ 210 が DR 予告信号を送信するタイミングは、DR の開始タイミングから予め定められた時間遡ったタイミングとすることができる。

40

【0069】

このように DR 予告信号を受けた場合には、DR の実行に先立って蓄電装置 130 の SOC を SOC wait に低下させておくことにより、DR が上げ DR である場合において、電力系統 200 から供給される電力の一部分を蓄電装置 130 が受け入れることが可能となる。また、SOC wait は SOC backup よりも大きいいため、停電補償用蓄電

50

量を確保することができる。

【 0 0 7 0 】

図 6 では、D R 予告信号を受信した後に下げ D R 指令を受信すると、制御装置 2 3 は、アグリゲータから要請される電力調整量（下げ D R 量）に応じて、電力系統 2 0 0 から供給される交流電力と、蓄電装置 1 3 0 から双方向コンバータ 8 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 1 2 0 に供給されるように、双方向コンバータ 8 を制御する。双方向コンバータ 8 によって蓄電装置 1 3 0 の放電動作が実行されることにより、蓄電装置 1 3 0 の S O C が低下する。

【 0 0 7 1 】

蓄電装置 1 3 0 の S O C が S O C b a c k u p 以下に低下すると、制御装置 2 3 は、これ以上下げ D R を実行できないことを示すために、D R 不可信号をアグリゲータサーバ 2 1 0 に送信する。そして、制御装置 2 3 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 1 3 0 の放電を停止する。

10

【 0 0 7 2 】

下げ D R の実行後に電力系統 2 0 0 の停電が発生した場合には、図 4 に示したように、双方向コンバータ 8 が蓄電装置 1 3 0 の放電動作を実行することにより、蓄電装置 1 3 0 から電力変換器 7 を介して負荷 1 2 0 に電力が供給される。このとき蓄電装置 1 3 0 には停電補償用蓄電量が蓄えられているため、負荷 1 2 0 を補償時間に亘って駆動することができる。

【 0 0 7 3 】

図 7 は、アグリゲータサーバ 2 1 0 から上げ D R 指令を受信した場合の M P C 1 1 0 の動作を説明する図である。図 7 には、M P C 1 1 0 から負荷 1 2 0 に供給される電力の流れが矢印で示されている。

20

【 0 0 7 4 】

図 7 では、負荷 1 2 0 の消費電力が 1 0 0 % である場合において、上げ D R の実行によって電力系統 2 0 0 から 1 2 0 % の電力が供給されている。制御装置 2 3 は、参照直流電圧 V B r を V B 4 に設定し、バッテリー電圧 V B が参照直流電圧 V B r (= V B 4) になるように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより電力系統 2 0 0 から供給される 1 2 0 % の電力のうちの 1 0 0 % の電力が負荷 1 2 0 に供給され、残りの 2 0 % の電力が電力変換器 7 を介して蓄電装置 1 3 0 に供給される。

30

【 0 0 7 5 】

図 8 は、上げ D R を実行するときの蓄電装置 1 3 0 の充放電制御を説明する図である。図 8 には、充放電制御によって蓄電装置 1 3 0 の S O C が変化の様子が模式的に示されている。

【 0 0 7 6 】

アグリゲータサーバ 2 1 0 から D R 予告信号を受信する前は、制御装置 2 3 は、バッテリー電圧 V B の目標電圧である参照直流電圧 V B r を V B 5 に設定し、バッテリー電圧 V B が参照直流電圧 V B r (= V B 5) になるように双方向コンバータ 8 を制御する。これにより蓄電装置 1 3 0 の S O C は 1 0 0 % に保たれる。

【 0 0 7 7 】

D R 予告信号を受信すると、制御装置 2 3 は、電力系統 2 0 0 から供給される交流電力と、蓄電装置 1 3 0 から双方向コンバータ 8 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 1 2 0 に供給されるように、双方向コンバータ 8 を制御する。双方向コンバータ 8 によって蓄電装置 1 3 0 の放電動作が実行されることにより、蓄電装置 1 3 0 の S O C が低下する。蓄電装置 1 3 0 の S O C が S O C w a i t まで低下すると、制御装置 2 3 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 1 3 0 の放電を停止する。

40

【 0 0 7 8 】

D R 予告信号を受信した後に上げ D R 指令を受信すると、制御装置 2 3 は、アグリゲータから要請される上げ D R 量に応じて、電力系統 2 0 0 から供給される交流電力の一部分が蓄電装置 1 3 0 に供給されるように、双方向コンバータ 8 を制御する。双方向コンバー

50

タ 8 によって蓄電装置 1 3 0 の充電動作が実行されることにより、蓄電装置 1 3 0 の S O C が増加する。

【 0 0 7 9 】

蓄電装置 1 3 0 の S O C が S O C m a x に達すると、制御装置 2 3 は、これ以上上げ D R を実行できないことを示すために、D R 不可信号をアグリゲータサーバ 2 1 0 に送信する。そして、制御装置 2 3 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 1 3 0 の充電を停止する。

【 0 0 8 0 】

図 9 および図 1 0 は、本実施の形態における蓄電装置 1 3 0 の充放電制御の処理手順を示すフローチャートである。このフローチャートは、例えば予め定められた条件成立時にメインルーチンから呼び出されて実行される。図中、アグリゲータサーバ 2 1 0 により実行される処理を左側に示し、M P C 1 1 0 (制御装置 2 3) により実行される処理を右側に示す。各ステップは、アグリゲータサーバ 2 1 0 または制御装置 2 3 によるソフトウェア処理により実現されるが、アグリゲータサーバ 2 1 0 または制御装置 2 3 内に配置されたハードウェアにより実現されてもよい。以下、ステップを S と略す。

【 0 0 8 1 】

S 0 1 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、電力会社から電力系統 2 0 0 の需給調整が要請されたときに、電力調整の内容を取得する。電力調整の内容には、D R の種類 (上げ D R 、下げ D R) 、D R 量 (電力調整量) 、および D R 期間 (D R 開始時刻および D R 終了時刻) が含まれている。

【 0 0 8 2 】

S 0 2 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、各需要家に要請する D R の種類、D R 量および D R 期間を設定する。S 0 2 の処理後、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、D R 期間の開始を待つ。

【 0 0 8 3 】

S 0 3 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、D R の予告タイミングになったか否かを判定する。D R の予告タイミングは、D R 開始時刻から所定時間遡ったタイミングである。

【 0 0 8 4 】

D R の予告タイミングになると (S 0 3 の Y E S 判定時) 、S 0 4 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、D R 予告信号を需要家 1 0 0 へ送信する。D R 予告信号は、D R の開始を予告する信号である。D R 予告信号を送信した後に、下げ D R 期間の開始時刻になると (S 0 5 の Y E S 判定時) 、S 0 6 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、下げ D R 指令を需要家 1 0 0 へ送信する。

【 0 0 8 5 】

M P C 1 1 0 において、制御装置 2 3 は、アグリゲータサーバ 2 1 0 から D R 予告信号を受信すると (S 2 1 の Y E S 判定時) 、S 2 2 において、蓄電装置 1 3 0 に蓄えられた電力を負荷 1 2 0 に供給する放電動作を実行するように、双方向コンバータ 8 を制御する。

【 0 0 8 6 】

放電中、S 2 3 において、制御装置 2 3 は、蓄電装置 1 3 0 の S O C が S O C w a i t 以下に低下したか否かを判定する。S O C が S O C w a i t 以下に低下したときには (S 2 3 の Y E S 判定時) 、S 2 4 において、制御装置 2 3 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 1 3 0 の放電を停止する。

【 0 0 8 7 】

制御装置 2 3 は、D R 予告信号を受信した後、アグリゲータサーバ 2 1 0 から下げ D R 指令を受信すると (S 2 5 の Y E S 判定時) 、S 2 6 において、下げ D R 指令に従って蓄電装置 1 3 0 に蓄えられた電力を負荷 1 2 0 に供給する放電動作を実行するように、双方向コンバータ 8 を制御する (図 5 参照) 。

【 0 0 8 8 】

下げ D R の実行中、S 2 7 において、制御装置 2 3 は、下げ D R 期間の終了時刻になっ

10

20

30

40

50

たか否かを判定する。下げDR期間の終了時刻になっていない場合（S27のNO判定時）、S28において、制御装置23は、蓄電装置130のSOCがSOC backup以下に低下したか否かを判定する。SOCがSOC backupを上回る場合（S28のNO判定時）、処理はS27に戻る。一方、SOCがSOC backup以下に低下したときには（S28のYES判定時）、S29に進み、制御装置23は、アグリゲータサーバ210へDR不可信号を送信する。

【0089】

S29にてDR不可信号を送信した場合、または、下げDR期間の終了時刻になった場合（S27のYES判定時）には、S30において、制御装置23は、双方向コンバータ8の運転を停止させることにより、蓄電装置130の放電を停止する。

10

【0090】

アグリゲータサーバ210は、下げDRの実行中、S07において、制御装置23からDR不可信号を受信したか否かを判定する。DR不可信号を受信していない場合（S07のNO判定時）、S08において、アグリゲータサーバ210は、下げDR期間の終了時刻になったか否かを判定する。

【0091】

DR不可信号を受信した場合（S07のYES判定時）または下げDR期間の終了時刻になった場合（S08のYES判定時）には、アグリゲータサーバ210は、S09において、下げDRの実行を終了する。

【0092】

20

MPC110において、制御装置23は、図10のS37により、電力系統200の停電が発生したか否かを判定する。電力系統200から供給される交流電圧VIが下限値よりも低下した場合にS37はYES判定とされる。一方、交流電圧VIが下限値以上である場合には、S37はNO判定とされる。

【0093】

電力系統200が健全である場合（S37のNO判定時）には、S41において、制御装置23は、蓄電装置130の充電動作を行うように双方向コンバータ8を制御する（図3参照）。充電中、S42において、制御装置23は、蓄電装置130のSOCが100%以上であるか否かを判定する。SOCが100%以上である場合（S42のYES判定時）、S43において、制御装置23は、双方向コンバータ8の運転を停止させることにより、蓄電装置130の充電を停止する。

30

【0094】

S37に戻って、電力系統200の停電が発生した場合（S37のYES判定時）には、S38において、制御装置23は、蓄電装置130の放電動作を行うように双方向コンバータ8を制御する（図4参照）。放電中、S39において、制御装置23は、蓄電装置130のSOCがSOC min以下であるか否かを判定する。SOCがSOC min以下である場合（S39のYES判定時）、S40において、制御装置23は、双方向コンバータ8の運転を停止させることにより、蓄電装置130の放電を停止する。

【0095】

S05に戻って、下げDR期間の開始時刻になっていない場合（S05のNO判定時）、図10のS10に進み、アグリゲータサーバ210は、上げDR期間の開始時刻になったか否かを判定する。上げDR期間の開始時刻になっていない場合（S10のNO判定時）、処理はS05に戻る。

40

【0096】

DR予告信号を送信した後に、上げDR期間の開始時刻になると（S10のYES判定時）、S11において、アグリゲータサーバ210は、上げDR指令を需要家100へ送信する。

【0097】

MPC110において、上げDR指令をアグリゲータサーバ210から受信すると（S31のYES判定時）、S32において、制御装置23は、蓄電装置130の充電動作を

50

実行するように双方向コンバータ 8 を制御する（図 7 参照）。

【 0 0 9 8 】

上げ D R の実行中、S 3 3 において、制御装置 2 3 は、上げ D R 期間の終了時刻になったか否かを判定する。上げ D R 期間の終了時刻になっていない場合（S 3 3 の N O 判定時）、S 3 4 において、制御装置 2 3 は、蓄電装置 1 3 0 の S O C が S O C m a x 以上であるか否かを判定する。S O C が S O C m a x 未満である場合（S 3 4 の N O 判定時）、処理は S 3 3 に戻る。S O C が S O C m a x 以上であるときには（S 3 4 の Y E S 判定時）、S 3 5 において、制御装置 2 3 は、アグリゲータサーバ 2 1 0 へ D R 不可信号を送信する。

【 0 0 9 9 】

S 3 5 にて D R 不可信号を送信した場合、または、上げ D R 期間の終了時刻になった場合（S 3 3 の Y E S 判定時）には、S 3 6 において、制御装置 2 3 は、双方向コンバータ 8 の運転を停止させることにより、蓄電装置 1 3 0 の充電を停止する。

【 0 1 0 0 】

アグリゲータサーバ 2 1 0 は、上げ D R の実行中、S 1 2 において、制御装置 2 3 から D R 不可信号を受信したか否かを判定する。D R 不可信号を受信していない場合（S 1 2 の N O 判定時）、S 1 3 において、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、上げ D R 期間の終了時刻になったか否かを判定する。

【 0 1 0 1 】

D R 不可信号を受信した場合（S 1 2 の Y E S 判定時）または上げ D R 期間の終了時刻になった場合（S 1 3 の Y E S 判定時）には、アグリゲータサーバ 2 1 0 は、S 1 4 において、上げ D R の実行を終了する。

【 0 1 0 2 】

以上説明したように、本実施の形態に係る電源装置によれば、負荷 1 2 0 に対する停電補償を確保しつつ、電力会社が要請する電力系統 2 0 0 の需給調整に貢献することができる。

【 0 1 0 3 】

なお、上述した実施の形態では、本実施の形態に係る電源装置の一態様として M P C 1 1 0 について説明したが、電源装置は、M P C 1 1 に限られず、U P S であってもよい。図 1 1 は、本実施の形態の変形例に係る電源装置の構成を示す図である。図 1 1 では、電源装置の別の態様として、U P S について説明する。

【 0 1 0 4 】

図 1 1 に示すように、U P S 1 5 0 は、図 1 に示した M P C 1 1 0 とは、V C B 1 , 5 , 2 1、H S S 2 および電力変換器 7 に代えて、コンバータ 3 1、インバータ 3 3 および双方向チョッパ 3 2 を備える点が異なる。なお、U P S 1 5 0 は、電力系統 2 0 0 から三相交流電圧を受け、負荷 1 2 0 に三相交流電圧を供給するものであるが、図面および説明の簡単化のため、図 1 1 では一相分の回路のみが示されている。

【 0 1 0 5 】

コンバータ 3 1 は、交流端子 3 1 a、正電圧端子 3 1 b、および負電圧端子 3 1 c を有する。双方向チョッパ 3 2 は、直流端子 3 2 a、正電圧端子 3 2 b、および負電圧端子 3 2 c を有する。インバータ 3 3 は、交流端子 3 3 a、正電圧端子 3 3 b、および負電圧端子 3 3 c を有する。

【 0 1 0 6 】

コンバータ 3 1 の交流端子 3 1 a は、入力端子 T 1 に接続される。電流検出器 1 3 は、入力端子 T 1 と交流端子 1 a の間に流れる電流 I_i の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号 I_{if} を制御装置 2 3 に与える。

【 0 1 0 7 】

双方向チョッパ 3 2 の直流端子 3 2 a は、直流端子 T 3 に接続される。電流検出器 1 5 は、直流端子 T 2 と直流端子 2 a の間に流れる直流電流 I_B の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号 I_{Bf} を制御装置 2 3 に与える。

10

20

30

40

50

【0108】

インバータ33の交流端子33aは、出力端子T2に接続される。電流検出器14は、交流端子34aと出力端子T2の間に流れる電流 I_o の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号 I_of を制御装置23に与える。

【0109】

直流ラインL1, L2の一方端子は、それぞれコンバータ31の正電圧端子31b、および負電圧端子31cに接続される。直流ラインL1, L2の他方端子は、それぞれインバータ33の正電圧端子33b、および負電圧端子33cに接続される。また、直流ラインL1, L2は、それぞれ双方向チョッパ32の正電圧端子32aおよび負電圧端子32cにそれぞれ接続される。

10

【0110】

コンデンサC1は、直流ラインL1, L2間に接続され、直流ラインL1, L2間の直流電圧VDを安定化および平滑化させる。直流電圧VDの瞬時値は、制御装置23によって検出される。

【0111】

コンバータ31は、制御装置23によって制御され、電力系統200の健全時には、電力系統200から入力端子T1を介して供給される交流電圧VIを直流電圧VDに変換して、直流ラインL1, L2間に出力する。電力系統200の停電時には、コンバータ31の運転は停止される。制御装置23は、電力系統200の健全時には、直流ラインL1, L2間の直流電圧VDが参照電圧VDrになるようにコンバータ31を制御する。コンバータ31は「第2の電力変換器」の一実施例に対応する。

20

【0112】

双方向チョッパ32は、制御装置23によって制御される。電力系統200の健全時には、双方向チョッパ32は、コンバータ31から直流ラインL1, L2を介して供給される直流電力を蓄電装置130に蓄える。電力系統200の停電時には、双方向チョッパ32は、蓄電装置130の直流電圧VBを直流電圧VDに変換して、正電圧端子32bおよび負電圧端子32c間に出力する。双方向チョッパ32は、蓄電装置130に直流電力を蓄える充電動作と、蓄電装置130の直流電力を直流ラインL1, L2間に出力する放電動作とを選択的に実行可能に構成されている。双方向チョッパ32は「第1の電力変換器」の一実施例に対応する。

30

【0113】

制御装置23は、電力系統200の健全時には、直流電圧VBが参照直流電圧VBrになるように双方向チョッパ32を制御する。参照直流電圧VBrは、蓄電装置130のOCV-SOCカーブにおいて蓄電装置130が満充電状態($SOC = 100\%$)となるときのOCVに基づいて設定される。電力系統200の停電時には、制御装置23は、直流電圧VDが参照電圧VDrになるように双方向チョッパ32を制御する。

【0114】

インバータ33は、制御装置23によって制御される。電力系統200の健全時には、インバータ33は、コンバータ31から直流ラインL1, L2を介して供給される直流電圧VDを交流電圧VOに変換して負荷120に供給する。電力系統200の停電時には、インバータ33は、蓄電装置130から双方向チョッパ32および直流ラインL1, L2を介して供給される直流電圧VDを交流電圧VOに変換して負荷120に供給する。インバータ33の出力電圧VOは所望の値に制御可能になっている。制御装置23は、交流出力電圧VOが参照交流電圧VOrになるようにインバータ33を制御する。インバータ33は「第3の電力変換器」の一実施例に対応する。

40

【0115】

制御装置23は、交流電圧VI、交流電流Ii、直流電圧VD, VB、直流電流IB、交流電圧VO、交流電流Io、操作部22からの信号などに基づいてUPS150全体を制御する。

【0116】

50

電力系統 200 の健全時において、アグリゲータサーバ 210 から DR 予告信号を受信した場合には、制御装置 23 は、電力系統 200 からコンバータ 31 およびインバータ 33 を介して供給される交流電力と、蓄電装置 130 から双方向チョッパ 32 およびインバータ 33 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 120 に供給されるように、双方向チョッパ 32 を制御する。蓄電装置 130 の SOC が SOC wait まで低下したときには、制御装置 23 は、蓄電装置 130 の放電を停止する。すなわち、制御装置 23 は、DR が開始される前に、停電補償用蓄電量を確保しつつ蓄電装置 130 を放電させる。これによると、DR が上げ DR である場合において、DR の実行中、電力系統 200 から供給される電力の一部分を蓄電装置 130 が受け入れることが可能となる。

【0117】

DR 予告信号を受信した後に下げ DR 指令をアグリゲータサーバ 210 から受信した場合には、制御装置 23 は、電力系統 200 からコンバータ 31 およびインバータ 33 を介して供給される交流電力と、蓄電装置 130 から双方向チョッパ 32 およびインバータ 33 を介して供給される交流電力との合計電力が負荷 120 に供給されるように、双方向チョッパ 32 を制御する。これによると、電力系統 200 から需要家 100 に供給される交流電力を減らすことができるため、需要家 100 は、電力会社が要請する電力の需要量の抑制に貢献することができる。ただし、蓄電装置 130 の SOC が SOC backup 以下に低下したときには、制御装置 23 は、アグリゲータサーバ 210 へ DR 不可信号を送信することにより、蓄電装置 130 の停電補償用蓄電量を確保する。

【0118】

DR 予告信号を受信した後に上げ DR 指令をアグリゲータサーバ 210 から受信した場合には、制御装置 23 は、蓄電装置 130 に直流電力を蓄える充電動作を実行するように双方向チョッパ 32 を制御する。これによると、電力系統 200 から需要家 100 に供給される交流電力を増やすことができるため、需要家 100 は、電力会社が要請する電力の需要量の増加に貢献することができる。なお、DR 予告信号に応答して、停電補償用蓄電量を確保しつつ蓄電装置 130 を放電させたことにより、上げ DR の実行中、電力系統 200 から供給される電力の一部分を蓄電装置 130 が受け入れることが可能となる。

【0119】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0120】

1、5、6、21 VCB、2 高速スイッチ、7 電力変換器、8 双方向コンバータ、10、13～15 電流検出器、11 リアクトル、12、C1 コンデンサ、20 変圧器、22 操作部、23、212 制御装置、31 コンバータ、32 双方向チョッパ、33 インバータ、100 需要家、110 MPC、120 負荷、130 蓄電装置、140、216 通信装置、150 UPS、200 電力系統、210 アグリゲータサーバ、214 記憶装置、230 CPU、232 メモリ、234 I/O回路、T1 入力端子、T2 出力端子、T3 直流端子、L1、L2 直流ライン。

10

20

30

40

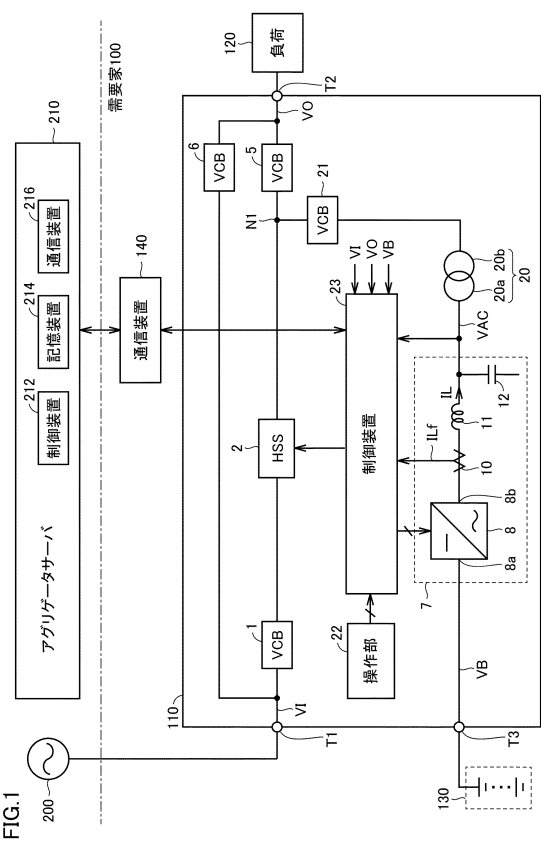
【要約】

第1の電力変換器(7)は、電力系統(200)からの第1の交流電力の一部分を直流電力に変換して蓄電装置(130)に蓄える充電動作と、蓄電装置(130)の直流電力を第2の交流電力に変換する放電動作とを選択的に実行する。制御装置(23)は、電力系統(200)における電力需給を調整するサーバ(210)と通信接続される。電力系統(200)の健全時、制御装置(23)は、蓄電装置(130)が満充電状態になるように充電動作を制御する。デマンドレスポンスの予告信号をサーバ(210)から受信した場合には、制御装置(23)は、第1の交流電力および第2の交流電力の合計電力を負荷に供給するように放電動作を制御し、蓄電装置(130)のSOCが待機用SOCまで低下したことに応じて、放電動作を停止させる。制御装置(23)は、サーバ(210)から受信したデマンドレスポンス指令に応じて、放電動作または充電動作を制御する。

10

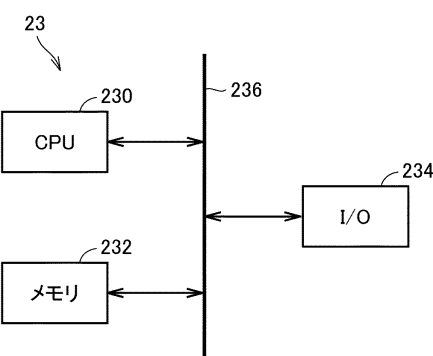
【図面】

【図1】



【図2】

FIG.2



20

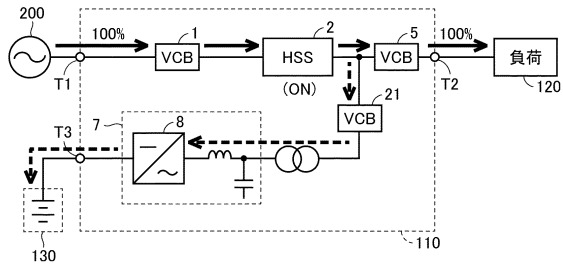
30

40

50

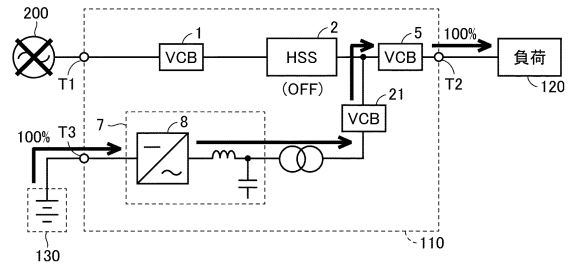
【 図 3 】

FIG.3



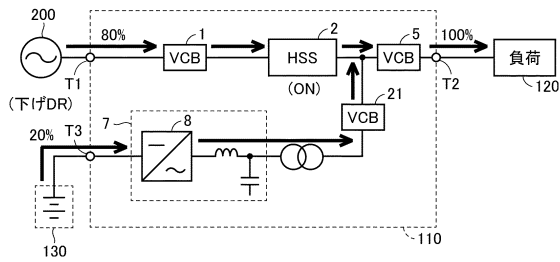
【 図 4 】

FIG.4



【 図 5 】

FIG.5



【 図 6 】

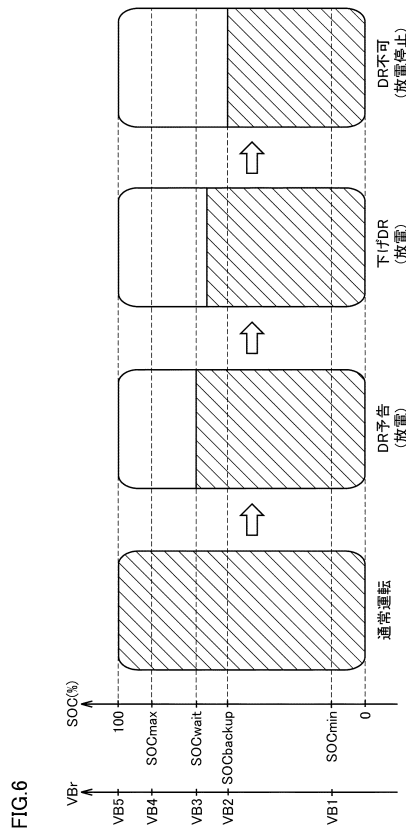
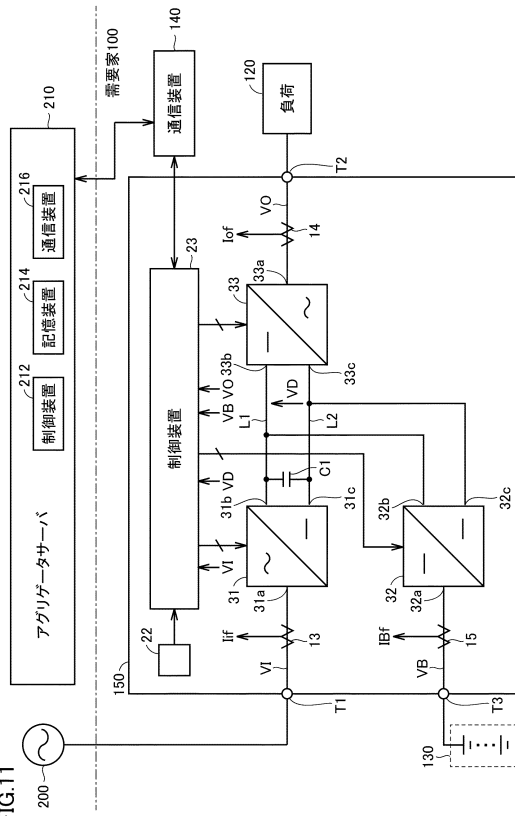


FIG. 11



【 図 1 1 】

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 2 3 - 0 9 5 0 0 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 2 7 7 3 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 2 J 3 / 0 0 - 7 / 1 2
H 0 2 J 7 / 3 4 - 1 3 / 0 0