

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6419977号
(P6419977)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int. Cl.		F 1		
HO 2 J	3/12	(2006.01)	HO 2 J	3/12
HO 2 J	3/32	(2006.01)	HO 2 J	3/32
HO 2 J	3/38	(2006.01)	HO 2 J	3/38
				1 3 0

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-537163 (P2017-537163)	(73) 特許権者	000003078
(86) (22) 出願日	平成27年9月3日(2015.9.3)		株式会社東芝
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/075117		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02017/037925	(73) 特許権者	317015294
(87) 国際公開日	平成29年3月9日(2017.3.9)		東芝エネルギーシステムズ株式会社
審査請求日	平成30年2月23日(2018.2.23)		神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
		(74) 代理人	110002147
			特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72) 発明者	門田 行生
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	渡邊 裕治
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電圧変動抑制装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

商用電力系統である第1の電力系統と、発電装置を備え、前記第1の電力系統と系統連系を行う第2の電力系統と、の間で連系電力の入出力を行うに際し、前記第1の電力系統の電圧変動を抑制する電圧変動抑制装置であって、

前記第1の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲にあるか否かを判別する電圧許容範囲演算部を有し、当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、前記第1の電力系統と前記第2の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御するとともに、前記第1の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲外となる場合に当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、前記第1の電力系統と前記第2の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御する制御部と、

を備えた電圧変動抑制装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記連系電力の入出力を行うに際し、前記第2の電力系統に供給すべき有効電力と無効電力とのベクトル和の大きさが、当該電圧変動抑制装置が出力可能な有効電力と無効電力とのベクトル和の大きさよりも小さい場合は、前記第2の電力系統に供給すべき有効電力と無効電力とのベクトル和の大きさと同一になるように制御する、

請求項1記載の電圧変動抑制装置。

【請求項 3】

蓄電装置と、

前記蓄電装置の蓄電電力と前記連系電力との間で電力変換を行い、前記第 1 の電力系統との接続点を介して電力の入出力を行う電力変換装置と、

前記第 1 の電力系統から前記第 2 の電力系統へ流れる第 1 電流を検出する第 1 電流検出部と、

前記接続点の電圧を検出する電圧検出部と、

前記接続点と前記電力変換装置との間を流れる第 2 電流を検出する第 2 電流検出部と、を備え、

前記制御部は、前記第 1 電流及び前記接続点の電圧に基づいて、第 1 有効電力及び第 1 無効電力を算出する第 1 演算部と、

前記第 2 電流及び前記接続点の電圧に基づいて、第 2 有効電力及び第 2 無効電力を算出する第 2 演算部と、を有し、

前記第 1 有効電力と前記第 2 有効電力との差及び前記第 1 無効電力と前記第 2 無効電力との差に基づいて比例積分制御を行い、当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率が、前記第 1 の電力系統と前記第 2 の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように前記電力変換装置を制御する、

請求項 1 又は請求項 2 記載の電圧変動抑制装置。

10

【請求項 5】

前記制御部は、前記第 1 の電力系統の電圧が前記電圧許容上限値を超えた場合に出力電力を比例的に増加し、前記電圧許容下限値を下回った場合に出力電力を比例的に減少させる、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項記載の電圧変動抑制装置。

20

【請求項 6】

商用電力系統である第 1 の電力系統と、発電装置を備え、前記第 1 の電力系統と系統連系を行う第 2 の電力系統と、の間で連系電力の入出力を行うに際し、前記第 1 の電力系統の電圧変動を抑制するとともに、蓄電装置と、前記蓄電装置の蓄電電力と前記連系電力との間で電力変換を行い、前記第 1 の電力系統との接続点を介して電力の入出力を行う電力変換装置と、を備えた電圧変動抑制装置で実行される方法であって、

前記第 1 の電力系統から前記第 2 の電力系統へ流れる第 1 電流を検出する過程と、

前記第 1 の電力系統との接続点の電圧を検出する過程と、

前記接続点と前記電力変換装置との間を流れる第 2 電流を検出する過程と、

前記第 1 の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲にあるか否かを判別する過程と、

前記第 1 電流、前記電圧及び前記第 2 電流に基づいて、当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、前記第 1 の電力系統と前記第 2 の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御するとともに、前記第 1 の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲外となる場合に当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、前記第 1 の電力系統と前記第 2 の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御する過程と、

30

を備えた方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、電圧変動抑制装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、一般家庭等への太陽光発電設備が普及してきており、太陽光発電設備の設置数が増加すると、配電系統（商用系統）の電圧上昇や周波数異常等の問題が生じる虞がある。

40

50

【 0 0 0 3 】

このため小容量の蓄電装置を配電系統と需要家との間に分散配置し、太陽光発電設備の余剰電力を蓄電池で吸収することで配電系統の電圧や周波数を適正值に維持するシステムが提案されている。

【 0 0 0 4 】

より具体的には、例えば、配電系統の基本波の非整数倍次数の注入電流を当該配電系統に注入する電流注入部と、電圧上昇抑制装置と配電系統の連系点における注入次数の電圧および電流を用いて、連系点から見た配電系統の基本波成分の抵抗 (r_1)、リアクタンス (x_1) および抵抗 r_1 のリアクタンス x_1 に対する比率 $\gamma_1 (= r_1 / x_1)$ を演算する比例演算部を備え、比率 γ_1 から無効電力指令値を生成する方式が提案されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 2 0 0 1 1 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 5 - 0 6 1 3 3 1 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 0 8 9 2 4 4 号公報

【特許文献 4】特開平 1 1 - 3 1 8 0 3 2 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 0 - 3 0 8 3 4 9 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 1 - 0 4 5 6 6 3 号公報

【特許文献 7】特開 2 0 0 1 - 1 9 7 6 6 8 号公報

20

【特許文献 8】特開 2 0 0 2 - 3 3 5 6 3 6 号公報

【特許文献 9】特開 2 0 0 4 - 3 3 6 8 8 8 号公報

【特許文献 1 0】特開 2 0 0 6 - 2 4 6 6 9 9 号公報

【特許文献 1 1】特開 2 0 0 6 - 2 4 6 7 0 0 号公報

【特許文献 1 2】特開 2 0 0 7 - 1 0 4 8 9 9 号公報

【特許文献 1 3】特開 2 0 0 7 - 1 5 1 3 9 2 号公報

【特許文献 1 4】特開 2 0 1 0 - 0 1 7 0 7 9 号公報

【特許文献 1 5】特開 2 0 1 4 - 0 5 7 3 9 3 号公報

【特許文献 1 6】特開 2 0 1 2 - 2 5 4 0 1 8 号公報

【特許文献 1 7】特開 2 0 0 6 - 0 6 7 7 6 0 号公報

30

【特許文献 1 8】特開平 0 9 - 2 0 1 0 7 2 号公報

【特許文献 1 9】特許第 5 6 3 3 8 7 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかし、従来の方式は、配電系統のインピーダンスを予め計測して、その計測した抵抗とリアクタンスの値を、有効電力制御および無効電力制御に使用するため、インピーダンス計測用の機器が別途必要となり、配電系統の構成が変更になった際には再びインピーダンス測定が必要になる等の問題点があった。

【 0 0 0 7 】

40

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、配電系統のインピーダンスを計測することなく、実際に運用されている配電系統に適合させて適切に有効電力と無効電力を制御して配電系統の電圧変動を抑制可能な電圧変動抑制装置及び方法を提供することを目的としている。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

実施形態の電圧変動抑制装置は、商用電力系統である第 1 の電力系統と、発電装置を備え、前記第 1 の電力系統と系統連系を行う第 2 の電力系統と、の間で連系電力の入出力を行うに際し、前記第 1 の電力系統の電圧変動を抑制するに際し、制御部の電圧許容範囲演算部は、第 1 の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲に

50

あるか否かを判別し、制御部は、当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、前記第 1 の電力系統と前記第 2 の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御するとともに、第 1 の電力系統の電圧が所定の電圧許容上限値と所定の電圧許容下限値の範囲外となる場合に当該電圧変動抑制装置が出力する有効電力と無効電力の比率を、第 1 の電力系統と前記第 2 の電力系統との間で流れる電力の有効電力と無効電力の比率と同一となるように制御する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態の電圧変動抑制装置を備えた配電システムの概要構成図である。

10

【図 2】図 2 は、実施形態の蓄電池システムの概要構成ブロック図である。

【図 3】図 3 は、セルモジュール、CMU 及び BMU の詳細構成説明図である。

【図 4】図 4 は、蓄電池制御コントローラの機能ブロック図である。

【図 5】図 5 は、電力変換装置と配電系統との接続点を基準とした電力の流れを説明する図である。

【図 6】図 6 は、電力のベクトル図である。

【図 7】図 7 は、接続点 X を基準とした電力の具体的なベクトル図である。

【図 8】図 8 は、電力変換装置の出力する有効電力と無効電力の比率が自然エネルギー発電装置および負荷への有効電力と無効電力の比率と同一にならなかった場合の接続点 X を基準とした電力のベクトル図である。

20

【図 9】図 9 は、第 2 実施形態の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

次に図面を参照して実施形態について説明する。

[1] 第 1 実施形態

図 1 は、第 1 実施形態の電圧変動抑制装置を備えた配電システムの概要構成図である。

【0011】

配電システム 100 は、大別すると、発電所、変電所等を含む商用系統（第 1 の電力系統）としての交流電源 101 と、交流電源より供給される交流電力を配電するための配電系統 102 と、太陽光発電装置等の自然エネルギー発電装置を備え、商用系統としての交流電源 101 と系統連系を行う第 2 の電力系統としての需要家システム 103 と、連系電力の入出力に際し、配電系統 102 における電圧変動を抑制するための電圧変動抑制装置 104 と、を備えている。

30

上記構成において、配電系統 102 は、抵抗 121 及びリアクタンス 122 で表すことができる。

また、需要家システム 103 は、各需要家に分散配置された複数の自然エネルギー発電装置（分散電源）131 と、複数の負荷 132 と、を備えている。

【0012】

また、電圧変動抑制装置 104 は、大別すると、蓄電池システム 3 と、蓄電池システム 3 の制御を行う蓄電池制御コントローラ 5 と、を備えている。

40

ここで、蓄電池制御コントローラ 5 には、交流電圧検出器 141、第 1 交流電流検出器 142 及び第 2 交流電流検出器 143 が接続されている。

【0013】

そして、蓄電池制御コントローラ 5 は、自然エネルギー発電装置 131 全体の発電電力を検出し、この発電電力が配電系統 102 へ及ぼす影響を緩和するために、蓄電池システム 3 を制御するために、変動抑制量を算出し、蓄電池システム 3 に対する充放電指令を出力している。

【0014】

図 2 は、実施形態の蓄電池システムの概要構成ブロック図である。

蓄電池システム 3 は、大別すると、電力を蓄える蓄電池装置 11 と、蓄電池装置 11 か

50

ら供給された直流電力を所望の電力品質を有する交流電力に変換して負荷 1 3 2 に供給する電力変換装置 (P C S : Power Conditioning System) 1 2 と、を備えている。

【 0 0 1 5 】

蓄電池装置 1 1 は、大別すると、複数の電池盤ユニット 2 1 - 1 ~ 2 1 - N (N は自然数) と、電池盤ユニット 2 1 - 1 ~ 2 1 - N が接続された電池端子盤 2 2 と、を備えている。

電池盤ユニット 2 1 - 1 ~ 2 1 - N は、互いに並列に接続された複数の電池盤 2 3 - 1 ~ 2 3 - M (M は自然数) と、ゲートウェイ装置 2 4 と、後述の B M U (Battery Management Unit : 電池管理装置) 及び C M U (Cell Monitoring Unit : セル監視装置) に動作の直流電源を供給する直流電源装置 2 5 と、を備えている。

10

【 0 0 1 6 】

ここで、電池盤 2 3 - 1 ~ 2 3 - M の構成について説明する。

電池盤 2 3 - 1 ~ 2 3 - M は、それぞれ、高電位側電源供給ライン (高電位側電源供給線) L H 及び低電位側電源供給ライン (低電位側電源供給線) L L を介して、出力電源ライン (出力電源線 ; 母線) L H O、L L O に接続され、主回路である電力変換装置 1 2 に電力を供給している。

【 0 0 1 7 】

電池盤 2 3 - 1 ~ 2 3 - M は、同一構成であるので、電池盤 2 3 - 1 を例として説明する。

電池盤 2 3 - 1 は、大別すると、複数 (図 2 では、2 4 個) のセルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4 と、セルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4 にそれぞれ設けられた複数 (図 2 では、2 4 個) の C M U 3 2 - 1 ~ 3 2 - 2 4 と、セルモジュール 3 1 - 1 2 とセルモジュール 3 1 - 1 3 との間に設けられたサービスディスクコネクタ 3 3 と、電流センサ 3 4 と、コンタクタ 3 5 と、を備え、複数のセルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4、サービスディスクコネクタ 3 3、電流センサ 3 4 及びコンタクタ 3 5 は、直列に接続されている。

20

【 0 0 1 8 】

ここで、セルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4 は、電池セルを複数、直並列に接続されて組電池を構成している。そして、複数の直列接続されたセルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4 で組電池群を構成している。

【 0 0 1 9 】

さらに電池盤 2 3 - 1 は、B M U 3 6 を備え、各 C M U 3 2 - 1 ~ 3 2 - 2 4 の通信ライン、電流センサ 3 4 の出力ラインは、B M U 3 6 に接続されている。

B M U 3 6 は、ゲートウェイ装置 2 4 の制御下で、電池盤 2 3 - 1 全体を制御し、各 C M U 3 2 - 1 ~ 3 2 - 2 4 との通信結果 (後述する電圧データ及び温度データ) 及び電流センサ 3 4 の検出結果に基づいてコンタクタ 3 5 の開閉制御を行う。

30

【 0 0 2 0 】

次に電池端子盤 2 2 の構成について説明する。

電池端子盤 2 2 は、電池盤ユニット 2 1 - 1 ~ 2 1 - N に対応させて設けられた複数の盤遮断器 4 1 - 1 ~ 4 1 - N と、蓄電池装置 1 1 全体を制御するマイクロコンピュータとして構成されたマスタ (Master) 装置 4 2 と、を備えている。

40

【 0 0 2 1 】

マスタ装置 4 2 には、電力変換装置 1 2 との間に、電力変換装置 1 2 の U P S (Uninterruptible Power System) 1 2 A を介して供給される制御電源線 5 1 と、イーサネット (登録商標) として構成され、制御データのやりとりを行う制御通信線 5 2 と、が接続されている。

【 0 0 2 2 】

ここで、セルモジュール 3 1 - 1 ~ 3 1 - 2 4、C M U 3 2 - 1 ~ 3 2 - 2 4 および B M U 3 6 の詳細構成について説明する。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、セルモジュール、C M U 及び B M U の詳細構成説明図である。

50

セルモジュール31-1~31-24は、それぞれ、直列接続された複数(図2では、101個)の電池セル61-1~61-10を備えている。

【0024】

CMU32-1~32-24は、対応するセルモジュール31-1~31-24を構成している電池セル61-1~61-10の電流、電圧及び所定箇所の温度を測定するための電流電圧温度計測IC(AFE-IC: Analog Front End IC)62と、それぞれが対応するCMU32-1~32-24全体の制御を行うMPU63と、BMU36との間でCAN通信を行うためのCAN(Controller Area Network)規格に則った通信コントローラ64と、セル毎の電圧に相当する電圧データ及び温度データを格納するメモリ65と、を備えている。

10

【0025】

以下の説明において、セルモジュール31-1~31-24のそれぞれと、対応するCMU32-1~32-24と、を合わせた構成については、電池モジュール37-1~37-24と呼ぶものとする。例えば、セルモジュール31-1と対応するCMU32-1を合わせた構成を電池モジュール37-1と呼ぶものとする。

【0026】

また、BMU36は、BMU36全体を制御するMPU71と、CMU32-1~32-24との間でCAN通信を行うためのCAN規格に則った通信コントローラ72と、CMU32-1~32-24から送信された電圧データ及び温度データを格納するメモリ73と、を備えている。

20

【0027】

図4は、蓄電池制御コントローラの機能ブロック図である。

蓄電池制御コントローラ5は、大別すると、PLL部151と、第1DQ変換部152と、第2DQ変換部153と、第3DQ変換部154と、第1乗算器155と、第2乗算器156と、第3乗算器157と、第4乗算器158と、第1減算器159と、第2減算器160と、第1PI(比例積分)制御部161と、第2PI制御部162と、DQ逆変換部163と、制御信号生成部164と、を備えている。

【0028】

上記構成において、PLL部151は、交流電圧検出器141が検出した電圧信号から位相信号を演算し、第1DQ変換部152、第2DQ変換部153、第3DQ変換部154及びDQ逆変換部163に出力する。

30

第1DQ変換部152は、交流電圧検出器141が検出した交流電圧信号(=交流電圧情報)とPLL部151が出力した位相信号に基づいて交流電圧情報を直流の有効電圧情報と無効電圧情報へと変換する。

【0029】

第2DQ変換部153は、第1交流電流検出器142が検出した交流電流信号(=第1交流電流情報)とPLL部151が出力した位相信号に基づいて第1交流電流情報を直流の第1有効電流情報と第1無効電流情報へと変換する。

【0030】

第3DQ変換部154は、第2交流電流検出器143が検出した交流電流信号(=第2交流電流情報)とPLL部151が出力した位相信号に基づいて配電系統102の交流電流情報である第2交流電流情報を直流の第2有効電流情報と第2無効電流情報へと変換する。

40

【0031】

第1乗算器155は、第1DQ変換部152が出力した有効電圧情報と第2DQ変換部153が出力した第1有効電流情報を乗じて、第1有効電力情報を出力する。

第2乗算器156は、第1DQ変換部152が出力した無効電圧情報と第2DQ変換部153が出力した第1無効電流情報を乗じて、第1無効電力情報を出力する。

【0032】

第3乗算器157は、第1DQ変換部152が出力した有効電圧情報と第3DQ変換部

50

154が出力した第2有効電流情報に乗じて、第2有効電力情報を出力する。

第4乗算器158は、第1DQ変換部152が出力した無効電圧情報と第3DQ変換部154が出力した第2無効電流情報に乗算し、第2無効電力情報を出力する。

【0033】

第1減算器159は、第3乗算器157が出力した第2有効電力情報から、第1乗算器155が出力した第1有効電力情報を引いて差分有効電力情報を出力する。

第2減算器160は、第4乗算器158が出力した第2無効電力情報から、第2乗算器156が出力した第1無効電力情報を引いて差分無効電力情報を出力する。

【0034】

第1PI制御部161は、第1減算器159の出力である差分有効電力情報を入力信号として、その差分が小さくなるように第1比例値および第1積分値を制御し、出力する。

第2PI制御部162は、第2減算器160の出力である差分無効電力情報を入力信号として、その差分が小さくなるように第2比例値および第2積分値を制御し、出力する。

【0035】

DQ逆変換部163は、第1PI制御部161の出力信号と第2PI制御部162の出力信号とPLL部151の出力した位相信号に基づいて、電力変換装置12を制御する交流制御信号CDを生成し、制御信号生成部164に出力する。

制御信号生成部164は、入力された交流制御信号CDに基づいてPWM信号を生成し、半導体素子を駆動する駆動信号DRVとして電力変換装置12に出力する。

【0036】

上記構成において、自然エネルギー発電装置131の発電電力が負荷132の消費電力よりも大きければ潮流が自然エネルギー発電装置131から交流電源101へと流れて、配電系統102の抵抗121とリアクタンス122の影響で自然エネルギー発電装置131の端子電圧は交流電源101の電圧よりも上昇する。

【0037】

逆に自然エネルギー発電装置131の発電電力が負荷132の消費電力よりも小さければ潮流が交流電源101から負荷132へと流れて自然エネルギー発電装置131の端子電圧は交流電源101の電圧よりも下降する。

【0038】

また、蓄電池装置11は、電力変換装置12の直流側と接続し、電力変換装置12の交流側は配電系統102と接続し、電力変換装置12で蓄電池装置11の直流電力を交流電力に変換して配電系統102へ放電、もしくは、配電系統102から充電する。

【0039】

交流電圧検出器141は、電力変換装置12の配電系統102への出力電圧を検出するものであり、理想的には配電系統102から電力変換装置12へと電圧を引き込む点の電圧を検出してその電圧を制御する。しかしながら、電力変換装置12の交流側と電圧を引き込む点の距離が近く、両者の間で電位差が発生しない場合は、電力変換装置12の交流側電圧を検出して配電系統102の電圧とみなしても問題はない。

【0040】

また、第1交流電流検出器142は、電力変換装置12の交流電流を検出し、第2交流電流検出器143は、電力変換装置12の交流側と配電系統102の接続点から自然エネルギー発電装置131および負荷132へ流れる電流を検出している。

【0041】

これら交流電圧検出器141、第1交流電流検出器142および第2交流電流検出器143の検出信号は、蓄電池制御コントローラ5に出力され、電力変換装置12を制御することとなる。

【0042】

図5は、電力変換装置と配電系統との接続点を基準とした電力の流れを説明する図である。

以下の説明においては、交流電源101から接続点Xに流れる有効電力をP0、無効電

10

20

30

40

50

力を Q_0 とし、接続点 X から自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 に流れる有効電力を P_1 、無効電力を Q_1 とし、蓄電池システム 3 から接続点 X に流れる有効電力を P_2 、無効電力を Q_2 とする。

【 0 0 4 3 】

この場合において、電力変換装置 1 2 が停止していた場合、 $P_0 = P_1$ 、 $Q_0 = Q_1$ となる。

そして、図 4 に示した制御が機能すると、 $P_2 = P_1$ 、 $Q_2 = Q_1$ とすることができ、結果として、交流電源 1 0 1 から接続点 X に流れる電力は $P_0 = 0$ 、 $Q_0 = 0$ とすることができる。すなわち、配電系統 1 0 2 の構成にかかわらず、有効電力及び無効電力の制御を行えることとなるのである。

10

【 0 0 4 4 】

図 6 は、電力のベクトル図である。

上述したように、自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への有効電力と無効電力を電力変換装置 1 2 から出力することができれば、交流電源 1 0 1 からの出力電力は $P_0 = 0$ 、 $Q_1 = 0$ となる。

【 0 0 4 5 】

この時、配電系統 1 0 2 の抵抗 1 2 1 やリアクタンス 1 2 2 には実効的に電流が流れていないこととなるので、配電系統 1 0 2 において、電位差は生じずに交流電源 1 0 1 の送電端電圧と接続点 X の電圧は同じ電圧値となる。

【 0 0 4 6 】

これにより、接続点 X の電圧は、交流電源 1 0 1 の電圧と同一となるので、配電系統 1 0 2 の抵抗 1 2 1 やリアクタンス 1 2 2 に影響を受けることが無く、接続点 X における電圧変動を抑制することができる。

20

【 0 0 4 7 】

すなわち、本第 1 実施形態によれば、配電系統のインピーダンスを計測することなく、実際に運用されている配電系統に適合させて適切に有効電力と無効電力を制御して配電系統の電圧変動を抑制可能となる。

【 0 0 4 8 】

ここで、第 1 実施形態の効果についてより具体的に説明する。

図 7 は、接続点 X を基準とした電力の具体的なベクトル図である。

30

図 7 において、破線円 C_1 は、電力変換装置 1 2 の定格容量を示している。(1) 式で表される自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への有効電力 P_1 と無効電力 Q_1 のベクトル和が、(2) 式で表される電力変換装置 1 2 の出力できる定格容量の有効電力 P_2 と無効電力 Q_2 のベクトル和よりも大きい場合、電力変換装置 1 2 の出力する有効電力と無効電力の比率を、自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への有効電力 P_1 と無効電力 Q_1 の比率 ($= P_1 / Q_1$) と同一にする。

【 0 0 4 9 】

【 数 1 】

$$\sqrt{(P_1)^2 + (Q_1)^2} \quad \dots (1)$$

40

【 0 0 5 0 】

【 数 2 】

$$\sqrt{(P_2)^2 + (Q_2)^2} \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 1 】

これにより、自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への有効電力 P_1 から電力変換装置 1 2 の出力する有効電力 P_2 を差し引いた交流電源 1 0 1 の有効電力 P_0 と、自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への無効電力 Q_1 から電力変換装置 1 2 の出力する無効電力 Q_2 を差し引いた交流電源 1 0 1 の無効電力 Q_0 と、の比は、自然エネルギー発電装置 1 3 1 および負荷 1 3 2 への有効電力 P_1 と無効電力 Q_1 の比率と同一

50

となる。

この時、(3)式で表される交流電源101の有効電力P0と無効電力Q0のベクトル和が最も小さくなる。

【0052】

【数3】

$$\sqrt{(P0)^2 + (Q0)^2} \quad \dots(3)$$

【0053】

図8は、電力変換装置の出力する有効電力と無効電力の比率が自然エネルギー発電装置および負荷への有効電力と無効電力の比率と同一にならなかった場合の接続点Xを基準とした電力のベクトル図である。

10

【0054】

図8に示すように、電力変換装置12の出力する有効電力と無効電力の比率が自然エネルギー発電装置131および負荷132への有効電力P1と無効電力Q1の比率と同一にならなかった場合、(4)式で表される交流電源101の有効電力P0と無効電力Q0のベクトル和は、図7に示した交流電源101の有効電力P0と無効電力Q0のベクトル和と比較して大きくなる。

【0055】

【数4】

$$\sqrt{(P0)^2 + (Q0)^2} \quad \dots(4)$$

20

【0056】

すなわち、電力変換装置12の出力する有効電力P2と無効電力Q2の比率を自然エネルギー発電装置131および負荷132への有効電力P1と無効電力Q1の比率と同一にすることで、(5)式で表される交流電源101の有効電力P0と無効電力Q0のベクトル和が最も小さくなるのがわかる。

【0057】

【数5】

$$\sqrt{(P0)^2 + (Q0)^2} \quad \dots(5)$$

30

【0058】

したがって、第1実施形態の構成とすることにより、交流電源101から出力される電源電流も小さくなり、電源電流と抵抗121およびリアクタンス122の積で決定する接続点の電圧変動を最小とすることができるのである。

【0059】

これにより、交流電源からの出力電力を最小化して、接続点Xにおける電圧変動を最小限に抑制することができる。

【0060】

[2]第2実施形態

図9は、第2実施形態の説明図である。

40

図9において、図4と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

本第2実施形態が、第1実施形態と異なる点は、系統電圧が電圧許容上限と電圧許容下限の範囲にある場合に零を出力し、電圧許容上限を超えた場合に出力を比例的に増加し、電圧許容下限を下回った場合に出力が比例的に減少される電圧許容範囲演算部171と、電圧許容範囲演算部171の出力を入力信号として、その出力が小さくなるように第3比例値および第3積分値を制御し、出力する第3PI制御部172と、第3乗算器157が出力した第2有効電力情報に第3PI制御部172が出力した第3比例値および第3積分値を乗じて第3有効電力情報を第1減算器159に出力する第5乗算器173と、第4乗算器158が出力した第2無効電力情報に第3PI制御部172が出力した第3比例値および第3積分値を乗じて第3無効電力情報を第2減算器160に出力する第6乗算器17

50

4と、を備えた点である。

【0061】

上記構成において、電圧許容範囲演算部171は、第1DQ変換部152が演算した有効電圧情報が入力され、予め設定した電圧許容上限値よりも有効電圧情報の値が大きい場合は有効電圧情報の値から電圧許容上限値を引いた値を出力し、予め設定した電圧許容下限値よりも有効電圧情報の値が小さい場合は有効電圧情報の値から電圧許容下限値を引いた値を出力する。

【0062】

第3PI制御部172は、電圧許容範囲演算部171の出力に基づいて第3比例値および第3積分値を制御して出力する。

第5乗算器173は、第3PI制御部172の出力である第3比例値及び第3積分値と、第3乗算器157の出力と、を乗じて第3有効電力情報を出力する。

また第6乗算器174は、第3PI制御部172の出力である第3比例値及び第3積分値と、第4乗算器158の出力と、を乗じて第3無効電力情報を出力する。

【0063】

これらの新しい第3有効電流情報と第3無効電流情報とは、配電系統102の接続点Xから自然エネルギー発電装置131および負荷132に流れる有効電力と無効電力に一定の値を積算しているだけなので、有効電力指令と無効電力指令の比率は配電系統の接続点から分散電源および負荷に流れる有効電力と無効電力の比率と同一になる。

【0064】

したがって、系統電圧の電圧許容上限を超えたら電圧許容上限値を維持するよう電力変換装置12が動作し、配電系統102の電圧の電圧許容下限を下回ったら電圧許容下限を維持するよう電力変換装置12が動作するようになる。

【0065】

このとき電力変換装置12の有効電力出力と無効電力出力は接続点から分散電源および負荷に流れる有効電力と無効電力の比率と同一になるため、交流電源からの出力電力も分散電源および負荷に流れる有効電力と無効電力の比率と同一になる。

【0066】

従って、本第2実施形態によれば、系統電圧の電圧許容上限を超える、もしくは系統電圧の電圧許容下限を下回る場合は、接続点Xにおける電圧変動を電圧許容下限値から電圧許容上限値の範囲内に抑制することができる。

【0067】

以上の説明のように、上記各実施形態によれば、配電系統のインピーダンスを計測することなく、実際に運用されている配電系統に適合させて適切に有効電力と無効電力を制御して配電系統の電圧変動を抑制可能となる。

【0068】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0069】

例えば、以上の説明においては、電力変換装置12の制御を蓄電池制御コントローラ5が行う構成を採っていたが、複数の蓄電池制御コントローラ5を制御する図示しない上位制御装置あるいは電力変換装置12自身が行う構成としたり、各部に分散配置したりすることも可能である。

【0070】

また以上の説明においては、配電系統を対象に説明したが、送電を目的とした電力系統でも適用可能であり、また三相系統でも単相系統でも同様の考え方で電力変換装置を制御することができる。

10

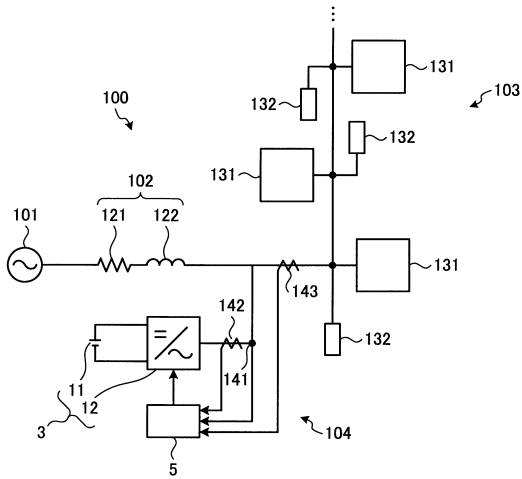
20

30

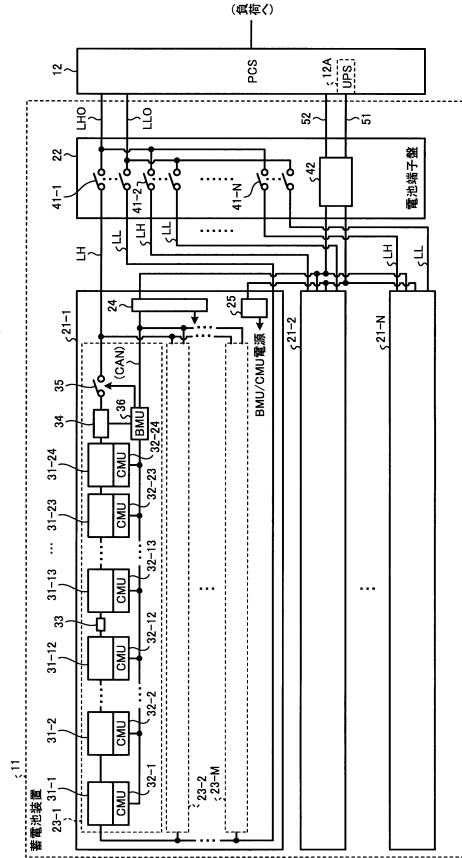
40

50

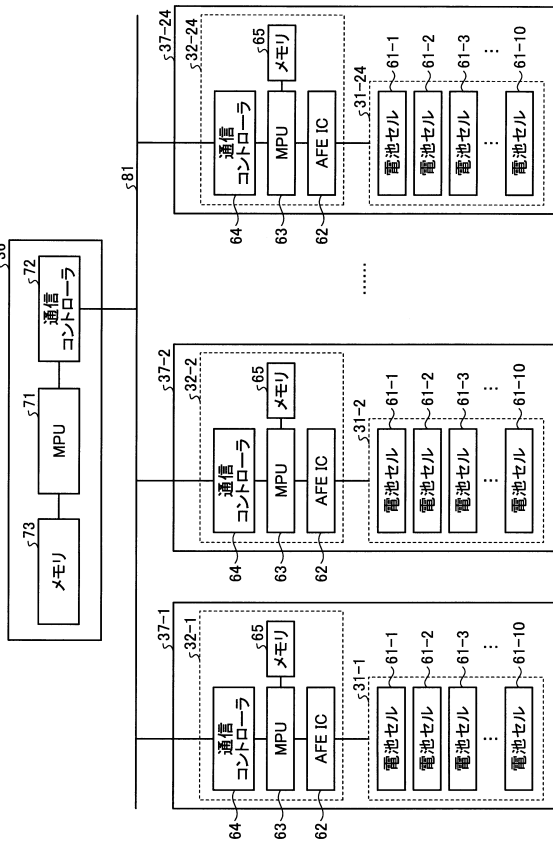
【図1】



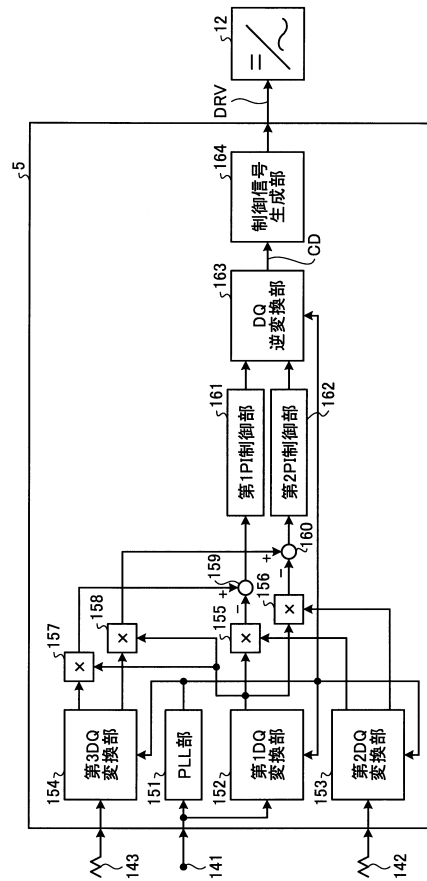
【図2】



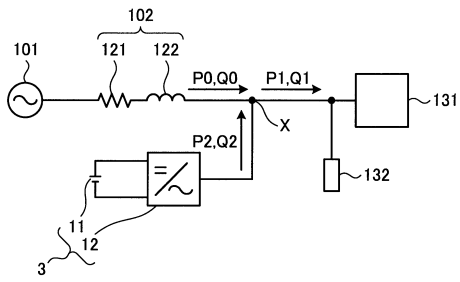
【図3】



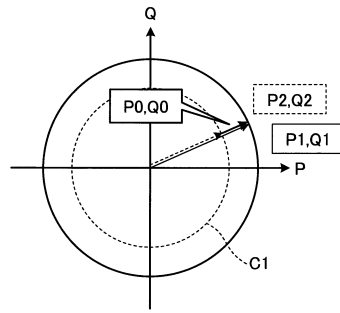
【図4】



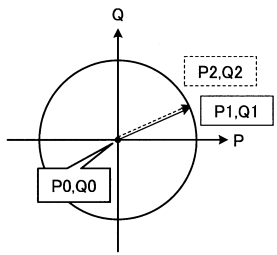
【図5】



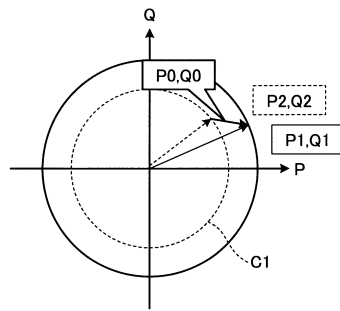
【図7】



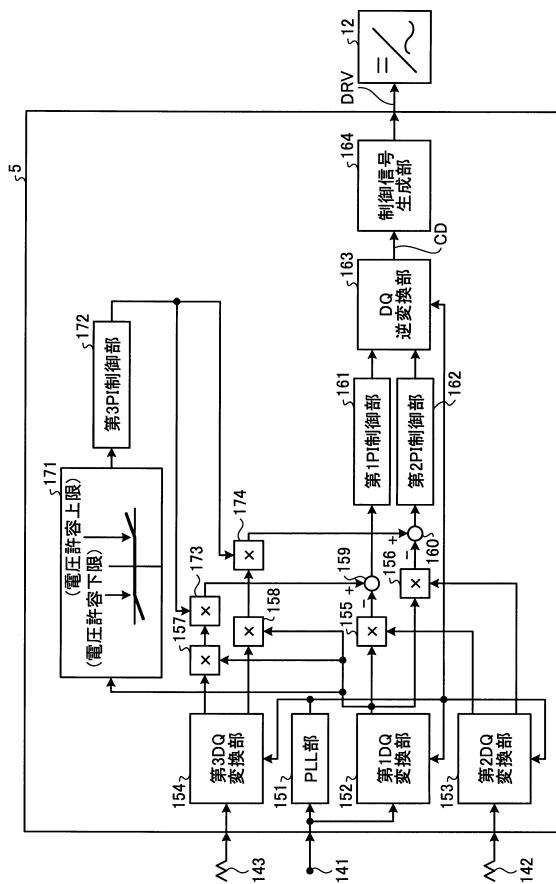
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 杉田 恵一

- (56)参考文献 特開昭58-136236(JP,A)
特開平9-201072(JP,A)
特開2006-67760(JP,A)
特開2007-129845(JP,A)
特開2008-48500(JP,A)
特開2012-19667(JP,A)
特開2012-200111(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0262960(US,A1)
国際公開第2009/136641(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 3/12
H02J 3/32
H02J 3/38