

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/141357

発行日 平成30年4月26日 (2018. 4. 26)

(43) 国際公開日 平成29年8月24日 (2017. 8. 24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>HO2M</b>	<b>7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M	7/48	L	5G066		
<b>HO2J</b>	<b>3/46</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J	3/46		5H770		
<b>HO2J</b>	<b>3/38</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2J	3/38	110			
			HO2M	7/48	R			

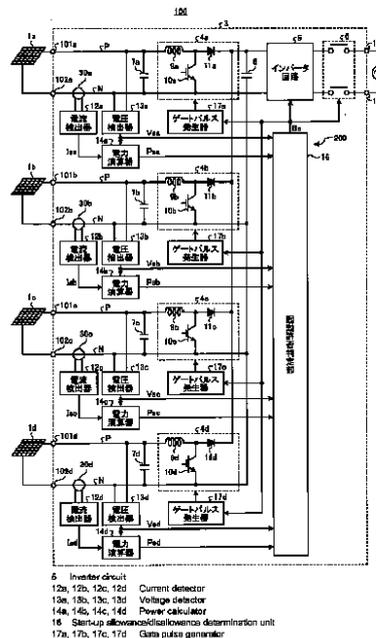
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 43 頁)

出願番号 特願2017-567863 (P2017-567863)	(71) 出願人 00006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2016/054483	(74) 代理人 100118762 弁理士 高村 順
(22) 国際出願日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)	(72) 発明者 竹内 一平 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	Fターム(参考) 5G066 HA02 HA15 HB06 5H770 BA11 CA01 CA05 CA10 DA01 FA02 HA02W HA03W HA04W JA17Y

(54) 【発明の名称】 系統連系インバータ装置

(57) 【要約】

系統連系インバータ装置3は、複数のコンバータ回路4a、4b、4c、4dと、インバータ回路5と、出力リレー6と、複数の太陽電池ストリング1a、1b、1c、1dのそれぞれから出力される電力値または電圧値に基づき、系統連系インバータ装置3の起動制御を行う制御部200と、を備え、制御部200は、複数のコンバータ回路4a、4b、4c、4dのそれぞれの起動を許可するか否かを判定し、複数のコンバータ回路4a、4b、4c、4dのそれぞれの起動を許可するか否かの判定結果に基づいて、系統連系インバータ装置3の起動に必要な電力値である起動電力値を求め、起動が許可されたコンバータ回路4a、4b、4c、4dに接続された直流電源から出力される電力の合計値が起動電力値以上のときに系統連系インバータ装置3を起動させる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の直流電源のそれぞれから出力される電力が入力される複数のコンバータ回路と、前記複数のコンバータ回路のそれぞれから出力される電圧を交流電圧へ変換するインバータ回路とを備えた系統連系インバータ装置であって、

複数のコンバータ回路のそれぞれの起動を許可するか否かを判定し、複数のコンバータ回路のそれぞれの起動を許可するか否かの判定結果に基づいて、系統連系インバータ装置の起動に必要な電力値である起動電力値を求め、起動が許可されたコンバータ回路に接続された直流電源から出力される電力の合計値が前記起動電力値以上のときに系統連系インバータ装置を起動させる起動制御を行う制御部を備えることを特徴とする系統連系インバータ装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御部は、

前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値が前記複数のコンバータ回路のそれぞれを起動させることが可能な値であるか否かを判定するコンバータ起動判定部と、

前記コンバータ起動判定部の判定結果と、前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値とに基づき、前記系統連系インバータ装置を起動させるか否かを判定する起動判定部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の系統連系インバータ装置。

## 【請求項 3】

20

前記制御部は、

前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電圧値が前記複数のコンバータ回路のそれぞれを起動させることが可能な値であるか否かを判定するコンバータ起動判定部と、

前記コンバータ起動判定部の判定結果と、前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値とに基づき、前記系統連系インバータ装置を起動させるか否かを判定する起動判定部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の系統連系インバータ装置。

## 【請求項 4】

前記制御部は、

前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値と前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電圧値とに基づき、前記複数のコンバータ回路のそれぞれを起動させることが可能か否かを判定するコンバータ起動判定部と、

前記コンバータ起動判定部の判定結果と、前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値とに基づき、前記系統連系インバータ装置を起動させるか否かを判定する起動判定部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の系統連系インバータ装置。

30

## 【請求項 5】

前記起動判定部は、

前記起動判定部の判定結果に基づき、前記起動電力値を演算する起動電力演算部と

前記複数の直流電源のそれぞれから出力される電力値が前記起動電力値以上のときに、前記系統連系インバータ装置を起動させる起動信号を生成する起動信号生成部と、

40

を備えることを特徴とする請求項 2 から請求項 4 の何れか一項に記載の系統連系インバータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、商用電力系統に連系される系統連系インバータ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 の系統連系インバータ装置は、複数の太陽電池のそれぞれから出力される電

50

圧を昇圧する複数の昇圧チョッパ部であるコンバータ回路と、複数のコンバータ回路のそれぞれにおいて昇圧された直流電圧を交流電圧に変換するインバータ部とを備える。

【0003】

また特許文献1に代表される一般的な系統連系インバータ装置は、系統連系インバータ装置を商用電力系統から切り離すための出力リレーを備える。

【0004】

このように構成された系統連系インバータ装置は、朝または夕方といった太陽電池の発電電力が不安定なときに、系統連系インバータ装置が起動と待機とを頻りに繰り返すことになる。従って出力リレーの開閉回数が多くなり、出力リレーの接点寿命が短くなるという問題が起こる。

10

【0005】

このような問題を解決するため特許文献2の系統連系インバータ装置は、発電電力が系統連系に必要な電力を超えている場合には出力リレーを閉路させて系統連系インバータ装置を起動し、発電電力が連系に必要な電力を超えていない場合には発電電力不足として出力リレーを開路させて系統連系インバータ装置を待機状態にする起動制御が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3568023号公報

【特許文献2】特許第5349687号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、系統連系インバータ装置内の昇圧回路を起動させるための起動電力は、太陽電池より供給されている。そのため特許文献1の回路構成に特許文献2の起動制御を適用した場合、複数の太陽電池ストリングのそれぞれに接続される昇圧回路を起動させるためには、複数の太陽電池ストリングのそれぞれの出力電力の合計値が、複数の昇圧回路の起動電力の合計値よりも高くなければ昇圧回路を起動できない。

【0008】

従って特許文献1, 2に示す従来技術では、複数の太陽電池ストリングのそれぞれの出力電力の合計値が、複数の昇圧回路の起動電力の合計値よりも高くなり、すべての昇圧回路が起動するまで系統連系インバータ装置を起動できない。

30

【0009】

特に朝または夕方といった低日射の状況では、系統連系インバータ装置が起動を開始するまでの時間が長くなり、系統連系インバータ装置が起動を開始するまでに、複数の太陽電池ストリングのそれぞれの発電電力を有効利用することができないという課題があった。

【0010】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、発電電力を有効利用できる系統連系インバータ装置を得ることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の系統連系インバータ装置は、複数の直流電源のそれぞれから出力される電力が入力される複数のコンバータ回路と、前記複数のコンバータ回路のそれぞれから出力される直流電圧を交流電圧へ変換するインバータ回路とを備えた系統連系インバータ装置であって、複数のコンバータ回路のそれぞれの起動を許可するか否かを判定し、複数のコンバータ回路のそれぞれの起動を許可するか否かの判定結果に基づいて、系統連系インバータ装置の起動に必要な電力値である起動電力値を求め、起動が許可されたコンバータ回路に接続された直流電源から出力される電力の合計値が前記起動電力値以上のときに系統連系インバータ装置を起動させる起動制御を

50

行う制御部を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、発電電力を有効利用できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態1に係る系統連系インバータ装置を含む太陽光発電システムを示す図

【図2】図1に示す起動許否判定部の構成図

【図3】図2に示す起動判定部の構成図

【図4】図1に示す系統連系インバータ装置の起動許否判定部の起動判定動作に係るフローチャート

10

【図5】図3に示す起動電力演算部の演算に用いられる第1のテーブルを示す図

【図6】図3に示す起動信号生成部の演算に用いられる第2のテーブルを示す図

【図7】図2に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図

【図8】実施の形態2に係る系統連系インバータ装置を含む太陽光発電システムを示す図

【図9】図8に示す起動許否判定部の構成図

【図10】図9に示す起動判定部の構成図

【図11】図8に示す系統連系インバータ装置の起動許否判定部の起動判定動作に係るフローチャート

【図12】図10に示す起動電力演算部の演算に用いられる第1のテーブルを示す図

20

【図13】図10に示す起動信号生成部の演算に用いられる第2のテーブルを示す図

【図14】図9に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図

【図15】実施の形態3に係る起動許否判定部の構成図

【図16】図15に示す起動判定部の構成図

【図17】実施の形態3の系統連系インバータ装置の起動許否判定部の起動判定動作に係るフローチャート

【図18】図16に示す起動電力演算部の演算に用いられる第1のテーブルを示す図

【図19】図16に示す起動信号生成部の演算に用いられる第2のテーブルを示す図

【図20】図15に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図

【発明を実施するための形態】

30

【0014】

以下に、本発明の実施の形態に係る系統連系インバータ装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0015】

実施の形態1

図1は実施の形態1に係る系統連系インバータ装置を含む太陽光発電システムを示す図である。

【0016】

太陽光発電システム100は、複数の直流電源である太陽電池ストリング1a, 1b, 1c, 1dと、複数の太陽電池ストリング1a, 1b, 1c, 1dが接続される系統連系インバータ装置3とを備える。以下では、複数の太陽電池ストリング1a, 1b, 1c, 1dを「複数の太陽電池ストリング1」と省略する場合がある。複数の太陽電池ストリング1のそれぞれは、図示しない複数の太陽電池モジュールが直列に接続された構成であり、日射量に応じた直流電力を発生する。

40

【0017】

系統連系インバータ装置3は起動許否判定部16を備える。起動許否判定部16は、複数のコンバータ回路4a, 4b, 4c, 4dのそれぞれを制御する複数のゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dのそれぞれを独立して起動させるか否かを判定する。また起動許否判定部16は、インバータ回路5を起動させるか否かを判定する。また起動許否判定部16は、出力リレー6を起動させて出力リレー6を開路状態から閉路状態に

50

させるかを判定する。

【0018】

なお以下では複数のコンバータ回路4a, 4b, 4c, 4dを「複数のコンバータ回路4」と省略する場合がある。また複数のゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dを「複数のゲートパルス発生器17」と省略する場合がある。

【0019】

以下に、起動許否判定部16を中心として系統連系インバータ装置3を構成する機器の構成を具体的に説明する。

【0020】

系統連系インバータ装置3は、複数の正極入力端子101a, 101b, 101c, 101dと、複数の負極入力端子102a, 102b, 102c, 102dと、系統出力端子103, 104とを備える。

10

【0021】

正極入力端子101aには太陽電池ストリング1aの正極出力端が接続され、負極入力端子102aには太陽電池ストリング1aの負極出力端が接続される。以下同様に、正極入力端子101b, 101c, 101dのそれぞれには、太陽電池ストリング1b, 1c, 1dの正極出力端が接続される。負極入力端子102b, 102c, 102dのそれぞれには、太陽電池ストリング1b, 1c, 1dの負極出力端が接続される。

【0022】

系統出力端子103, 104には、商用電力系統2に繋がる2つの系統接続線が接続される。

20

【0023】

また系統連系インバータ装置3は、複数の平滑用コンデンサ7a, 7b, 7c, 7dと、複数のコンバータ回路4と、平滑用コンデンサ8と、インバータ回路5と、出力リレー6とを備える。

【0024】

平滑用コンデンサ7aは、太陽電池ストリング1aから出力されてコンバータ回路4aに入力される直流電圧を平滑する。平滑用コンデンサ7aの一端は、正極側の直流母線Pを介して、正極入力端子101aとコンバータ回路4aの正極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ7aの他端は、負極側の直流母線Nを介して、負極入力端子102aとコンバータ回路4aの負極入力端とに接続される。

30

【0025】

コンバータ回路4aは、リアクトル9a、スイッチング素子10aおよびダイオード11aを有する。

【0026】

リアクトル9aの一端は、コンバータ回路4aの正極入力端である。リアクトル9aの一端は、正極入力端子101aと平滑用コンデンサ7aの一端とに接続される。リアクトル9aの他端は、ダイオード11aのアノードと、スイッチング素子10aのコレクタとに接続される。

【0027】

ダイオード11aのカソードは、コンバータ回路4aの正極出力端である。ダイオード11aのカソードは、平滑用コンデンサ8の一端とインバータ回路5の正極入力端とに接続される。

40

【0028】

スイッチング素子10aのエミッタは、平滑用コンデンサ7aの他端と平滑用コンデンサ8の他端とに接続される。スイッチング素子10aのゲートには、ゲートパルス発生器17aから出力されるゲートパルス信号が入力される。ゲートパルス信号は、太陽電池ストリング1aから出力された電圧を、インバータ回路5が交流電圧を生成するために必要な電圧に昇圧するための信号である。

【0029】

50

ゲートパルス発生器 17 a は、起動信号 B s が起動許否判定部 16 から出力されるまで停止状態または待機状態である。そして起動信号 B s が起動許否判定部 16 から出力されたときにゲートパルス信号の出力を開始する。

【0030】

なお、起動信号 B s は系統連系インバータ装置 3 に連系開始を指示するための信号である。

【0031】

平滑用コンデンサ 7 b は、太陽電池ストリング 1 b から出力されてコンバータ回路 4 b に入力される直流電圧を平滑する。平滑用コンデンサ 7 b の一端は、正極側の直流母線 P を介して、正極入力端子 101 b とコンバータ回路 4 b の正極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ 7 b の他端は、負極側の直流母線 N を介して、負極入力端子 102 b とコンバータ回路 4 b の負極入力端とに接続される。

10

【0032】

コンバータ回路 4 b は、リアクトル 9 b、スイッチング素子 10 b およびダイオード 11 b を有する。

【0033】

リアクトル 9 b の一端は、コンバータ回路 4 b の正極入力端である。リアクトル 9 b の一端は、正極入力端子 101 b と平滑用コンデンサ 7 b の一端とに接続される。リアクトル 9 b の他端は、ダイオード 11 b のアノードと、スイッチング素子 10 b のコレクタとに接続される。

20

【0034】

ダイオード 11 b のカソードは、コンバータ回路 4 b の正極出力端である。ダイオード 11 b のカソードは、平滑用コンデンサ 8 の一端とインバータ回路 5 の正極入力端とに接続される。

【0035】

スイッチング素子 10 b のエミッタは、平滑用コンデンサ 7 b の他端と平滑用コンデンサ 8 の他端とに接続される。スイッチング素子 10 b のゲートには、ゲートパルス発生器 17 b から出力されるゲートパルス信号が入力される。ゲートパルス信号は、太陽電池ストリング 1 b から出力された電圧を、インバータ回路 5 が交流電圧を生成するために必要な電圧に昇圧するための信号である。

30

【0036】

ゲートパルス発生器 17 b は、起動信号 B s が起動許否判定部 16 から出力されるまで停止状態または待機状態である。そして起動信号 B s が起動許否判定部 16 から出力されたときにゲートパルス信号の出力を開始する。

【0037】

平滑用コンデンサ 7 c は、太陽電池ストリング 1 c から出力されてコンバータ回路 4 c に入力される直流電圧を平滑する。平滑用コンデンサ 7 c の一端は、正極側の直流母線 P を介して、正極入力端子 101 c とコンバータ回路 4 c の正極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ 7 c の他端は、負極側の直流母線 N を介して、負極入力端子 102 c とコンバータ回路 4 c の負極入力端とに接続される。

40

【0038】

コンバータ回路 4 c は、リアクトル 9 c、スイッチング素子 10 c およびダイオード 11 c を有する。

【0039】

リアクトル 9 c の一端は、コンバータ回路 4 c の正極入力端である。リアクトル 9 c の一端は、正極入力端子 101 c と平滑用コンデンサ 7 c の一端とに接続される。リアクトル 9 c の他端は、ダイオード 11 c のアノードと、スイッチング素子 10 c のコレクタとに接続される。

【0040】

ダイオード 11 c のカソードは、コンバータ回路 4 c の正極出力端である。ダイオード

50

11cのカソードは、平滑用コンデンサ8の一端とインバータ回路5の正極入力端とに接続される。

【0041】

スイッチング素子10cのエミッタは、平滑用コンデンサ7cの他端と平滑用コンデンサ8の他端とに接続される。スイッチング素子10cのゲートには、ゲートパルス発生器17cから出力されるゲートパルス信号が入力される。ゲートパルス信号は、太陽電池ストリング1cから出力された電圧を、インバータ回路5が交流電圧を生成するために必要な電圧に昇圧するための信号である。

【0042】

ゲートパルス発生器17cは、起動信号Bsが起動許否判定部16から出力されるまで停止状態または待機状態である。そして起動信号Bsが起動許否判定部16から出力されたときにゲートパルス信号の出力を開始する。

10

【0043】

平滑用コンデンサ7dは、太陽電池ストリング1dから出力されてコンバータ回路4dに入力される直流電圧を平滑する。平滑用コンデンサ7dの一端は、正極側の直流母線Pを介して、正極入力端子101dとコンバータ回路4dの正極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ7dの他端は、負極側の直流母線Nを介して、負極入力端子102dとコンバータ回路4dの負極入力端とに接続される。

【0044】

コンバータ回路4dは、リアクトル9d、スイッチング素子10dおよびダイオード11dを有する。

20

【0045】

リアクトル9dの一端は、コンバータ回路4dの正極入力端である。リアクトル9dの一端は、正極入力端子101dと平滑用コンデンサ7dの一端とに接続される。リアクトル9dの他端は、ダイオード11dのアノードと、スイッチング素子10dのコレクタとに接続される。

【0046】

ダイオード11dのカソードは、コンバータ回路4dの正極出力端である。ダイオード11dのカソードは、平滑用コンデンサ8の一端とインバータ回路5の正極入力端とに接続される。

30

【0047】

スイッチング素子10dのエミッタは、平滑用コンデンサ7dの他端と平滑用コンデンサ8の他端とに接続される。スイッチング素子10dのゲートには、ゲートパルス発生器17dから出力されるゲートパルス信号が入力される。ゲートパルス信号は、太陽電池ストリング1dから出力された電圧を、インバータ回路5が交流電圧を生成するために必要な電圧に昇圧するための信号である。

【0048】

ゲートパルス発生器17dは、起動信号Bsが起動許否判定部16から出力されるまで停止状態または待機状態である。そして起動信号Bsが起動許否判定部16から出力されたときにゲートパルス信号の出力を開始する。

40

【0049】

平滑用コンデンサ8の一端は、複数のダイオード11a, 11b, 11c, 11dのそれぞれのカソードと、インバータ回路5の正極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ8の他端は、複数のダイオード11a, 11b, 11c, 11dのそれぞれのアノードと、インバータ回路5の負極入力端とに接続される。平滑用コンデンサ8は、複数のコンバータ回路4のそれぞれから出力されてインバータ回路5に入力される直流電圧を平滑する。

【0050】

インバータ回路5は、起動許否判定部16から起動信号Bsが出力されるまでは平滑用コンデンサ8の充電電圧を交流電圧に変換する動作を停止する。インバータ回路5は、起

50

動信号 B s が出力されると平滑用コンデンサ 8 の充電電圧を交流電圧に変換する動作を開始する。インバータ回路 5 の交流出力端は、出力リレー 6 を介して系統出力端子 1 0 3 , 1 0 4 に接続される。

【 0 0 5 1 】

出力リレー 6 は、インバータ回路 5 と、2 つの系統出力端子 1 0 3 , 1 0 4 との間に配置される。出力リレー 6 はインバータ回路 5 と商用電力系統 2 との接続路を開閉する機能である。出力リレー 6 は、起動許否判定部 1 6 から出力される起動信号 B s により開路状態または閉路状態に制御される。

【 0 0 5 2 】

また系統連系インバータ装置 3 は、複数の電流検出器 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d と、複数の電圧検出器 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c , 1 3 d と、複数の電力演算器 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d と、起動許否判定部 1 6 とを備える。複数の電流検出器 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d と、複数の電圧検出器 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c , 1 3 d と、複数の電力演算器 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d と、起動許否判定部 1 6 とは、系統連系インバータ装置 3 の制御部 2 0 0 を構成する。

10

【 0 0 5 3 】

制御部 2 0 0 は、系統連系インバータ装置 3 を商用電力系統 2 に連系させるか否かの起動制御を行うために用いられる。具体的には、出力リレー 6 は、起動信号 B s が出力されるまでは開路状態に制御され、起動信号 B s が出力されると閉路状態に制御されてインバータ回路 5 の交流出力端を商用電力系統 2 に接続する。

20

【 0 0 5 4 】

なお図 1 に示すスイッチング素子 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d は、I G B T ( I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r ) であるが、I G B T 以外のトランジスタでもよい。一例としては M O S F E T ( M e t a l - O x i d e - S e m i c o n d u c t o r F i e l d - E f f e c t T r a n s i s t o r ) である。

【 0 0 5 5 】

また系統連系インバータ装置 3 では 4 つのコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d が用いられているが、コンバータ回路数は 2 つ以上であればよい。また実施の形態 1 ではコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d の一例を示すが、コンバータ回路の構成は図示例に限定されず、直流電圧を所望の直流電圧値に変換する電力変換回路であれば他の電力変換回路でもよい。

30

【 0 0 5 6 】

また図 1 では 4 つの太陽電池ストリングが系統連系インバータ装置 3 に接続されているが、太陽電池ストリングの接続数は図示例に限定されるものではなく、2 つ以上あればよい。コンバータ回路 4 は太陽電池ストリングに対応して設けられる。

【 0 0 5 7 】

以下、制御部 2 0 0 の構成を具体的に説明する。

【 0 0 5 8 】

負極入力端子 1 0 2 a とコンバータ回路 4 a との間の負極側の直流母線 N には、電流検出素子 3 0 a が配置される。電流検出素子 3 0 a は、当該位置における電流値を検出する。電流検出素子 3 0 a には、カレントトランスまたはシャント抵抗が用いられる。

40

【 0 0 5 9 】

電流検出器 1 2 a は、増幅器またはレベルシフト回路で実現され、電流検出素子 3 0 a で検出された電流に正比例した電圧を、電力演算器 1 4 a が取り扱い可能な低圧範囲内の電流検出電圧に変換して出力する。この電流検出電圧は、太陽電池ストリング 1 a の出力電流の電流値 I s a に相当する。電流検出器 1 2 a から出力された電流値 I s a は、電力演算器 1 4 a に入力される。

【 0 0 6 0 】

電圧検出器 1 3 a の一端は、正極側の直流母線 P において、正極入力端子 1 0 1 a とリ

50

アクトル 9 a の一端と平滑用コンデンサ 7 a の一端とに接続される。電圧検出器 1 3 a の他端は、負極側の直流母線 N において、負極入力端子 1 0 2 a と平滑用コンデンサ 7 a の他端とに接続される。

【 0 0 6 1 】

電圧検出器 1 3 a は、太陽電池ストリング 1 a の出力電圧値である電圧値  $V_{s a}$  を検出する。電圧検出器 1 3 a から出力された電圧値  $V_{s a}$  は、電力演算器 1 4 a および起動許否判定部 1 6 に入力される。

【 0 0 6 2 】

電力演算器 1 4 a は、電流検出器 1 2 a で検出された電流値  $I_{s a}$  と電圧検出器 1 3 a で検出された電圧値  $V_{s a}$  とに基づき、太陽電池ストリング 1 a の出力電力値である電力値  $P_{s a}$  を演算する。電力演算器 1 4 a から出力された電力値  $P_{s a}$  は、起動許否判定部 1 6 に入力される。

10

【 0 0 6 3 】

負極入力端子 1 0 2 b とコンバータ回路 4 b との間の負極側の直流母線 N には、電流検出素子 3 0 b が配置される。電流検出素子 3 0 b は、当該位置における電流値を検出する。電流検出素子 3 0 b には、カレントトランスまたはシャント抵抗が用いられる。

【 0 0 6 4 】

電流検出器 1 2 b は、増幅器またはレベルシフト回路で実現され、電流検出素子 3 0 b で検出された電流に正比例した電圧を、電力演算器 1 4 b が取り扱い可能な低圧範囲内の電流検出電圧に変換して出力する。この電流検出電圧は、太陽電池ストリング 1 b の出力電流の電流値  $I_{s b}$  に相当する。電流検出器 1 2 b から出力された電流値  $I_{s b}$  は、電力演算器 1 4 b に入力される。

20

【 0 0 6 5 】

電圧検出器 1 3 b の一端は、正極側の直流母線 P において、正極入力端子 1 0 1 b とリアクトル 9 b の一端と平滑用コンデンサ 7 b の一端とに接続される。電圧検出器 1 3 b の他端は、負極側の直流母線 N において、負極入力端子 1 0 2 b と平滑用コンデンサ 7 b の他端とに接続される。電圧検出器 1 3 b は、太陽電池ストリング 1 b の出力電圧値である電圧値  $V_{s b}$  を検出する。電圧検出器 1 3 b から出力された電圧値  $V_{s b}$  は、電力演算器 1 4 b および起動許否判定部 1 6 に入力される。

【 0 0 6 6 】

電力演算器 1 4 b は、電流検出器 1 2 b で検出された電流値  $I_{s b}$  と電圧検出器 1 3 b で検出された電圧値  $V_{s b}$  とに基づき、太陽電池ストリング 1 b の出力電力値である電力値  $P_{s b}$  を演算する。電力演算器 1 4 b から出力された電力値  $P_{s b}$  は、起動許否判定部 1 6 に入力される。

30

【 0 0 6 7 】

負極入力端子 1 0 2 c とコンバータ回路 4 c との間の負極側の直流母線 N には、電流検出素子 3 0 c が配置される。電流検出素子 3 0 c は、当該位置における電流値を検出する。電流検出素子 3 0 c には、カレントトランスまたはシャント抵抗が用いられる。

【 0 0 6 8 】

電流検出器 1 2 c は、増幅器またはレベルシフト回路で実現され、電流検出素子 3 0 c で検出された電流に正比例した電圧を、電力演算器 1 4 c が取り扱い可能な低圧範囲内の電流検出電圧に変換して出力する。この電流検出電圧は、太陽電池ストリング 1 c の出力電流の電流値  $I_{s c}$  に相当する。電流検出器 1 2 c から出力された電流値  $I_{s c}$  は、電力演算器 1 4 c に入力される。

40

【 0 0 6 9 】

電圧検出器 1 3 c の一端は、正極側の直流母線 P において、正極入力端子 1 0 1 c とリアクトル 9 c の一端と平滑用コンデンサ 7 c の一端とに接続される。電圧検出器 1 3 c の他端は、負極側の直流母線 N において、負極入力端子 1 0 2 c と平滑用コンデンサ 7 c の他端とに接続される。電圧検出器 1 3 c は、太陽電池ストリング 1 c の出力電圧値である電圧値  $V_{s c}$  を検出する。電圧検出器 1 3 c から出力された電圧値  $V_{s c}$  は、電力演算器

50

14cおよび起動許否判定部16に入力される。

【0070】

電力演算器14cは、電流検出器12cで検出された電流値 $I_{sc}$ と電圧検出器13cで検出された電圧値 $V_{sc}$ とに基づき、太陽電池ストリング1cの出力電力値である電力値 $P_{sc}$ を演算する。電力演算器14cから出力された電力値 $P_{sc}$ は、起動許否判定部16に入力される。

【0071】

負極入力端子102dとコンバータ回路4dとの間の負極側の直流母線Nには、電流検出素子30dが配置される。

【0072】

電流検出素子30dは、当該位置における電流値を検出する。電流検出素子30dには、カレントトランスまたはシャント抵抗が用いられる。

【0073】

電流検出器12dは、増幅器またはレベルシフト回路で実現され、電流検出素子30dで検出された電流に正比例した電圧を、電力演算器14dが取り扱い可能な低圧範囲内の電流検出電圧に変換して出力する。この電流検出電圧は、太陽電池ストリング1dの出力電流の電流値 $I_{sd}$ に相当する。電流検出器12dから出力された電流値 $I_{sd}$ は、電力演算器14dに入力される。

【0074】

電圧検出器13dの一端は、正極側の直流母線Pにおいて、正極入力端子101dとリアクトル9dの一端と平滑用コンデンサ7dの一端とに接続される。電圧検出器13dの他端は、負極側の直流母線Nにおいて、負極入力端子102dと平滑用コンデンサ7dの他端とに接続される。電圧検出器13dは、太陽電池ストリング1dの出力電圧値である電圧値 $V_{sd}$ を検出する。電圧検出器13dから出力された電圧値 $V_{sd}$ は、電力演算器14dおよび起動許否判定部16に入力される。

【0075】

電力演算器14dは、電流検出器12dで検出された電流値 $I_{sd}$ と電圧検出器13dで検出された電圧値 $V_{sd}$ とに基づき、太陽電池ストリング1dの出力電力値である電力値 $P_{sd}$ を演算する。電力演算器14dから出力された電力値 $P_{sd}$ は、起動許否判定部16に入力される。

【0076】

起動許否判定部16は、複数の電力値 $P_{sa}$ 、 $P_{sb}$ 、 $P_{sc}$ 、 $P_{sd}$ と、複数の電圧値 $V_{sa}$ 、 $V_{sb}$ 、 $V_{sc}$ 、 $V_{sd}$ とに基づき、系統連系インバータ装置3を商用電力系統2に連系させるため、系統連系インバータ装置3を起動させるか否かの起動許否判定を行う。具体的には、起動許否判定部16は、複数のゲートパルス発生器17のそれぞれを起動させるか否かを判定し、インバータ回路5を起動させるか否かを判定し、出力リレー6を開路状態から閉路状態にするかを判定する。起動許否判定部16の判定結果は、起動信号 $B_s$ として複数のゲートパルス発生器17のそれぞれと、インバータ回路5と、出力リレー6とに出力される。

【0077】

次に起動許否判定部16の構成を詳細に説明する。

【0078】

図2は図1に示す起動許否判定部の構成図である。図2に示す起動許否判定部16は、複数のコンバータ起動判定部15a、15b、15c、15dと起動判定部19とを備える。以下では、複数のコンバータ起動判定部15a、15b、15c、15dを「複数のコンバータ起動判定部15」と省略する場合がある。複数のコンバータ起動判定部15のそれぞれは、電力値 $P_{sa}$ 、 $P_{sb}$ 、 $P_{sc}$ 、 $P_{sd}$ と電圧値 $V_{sa}$ 、 $V_{sb}$ 、 $V_{sc}$ 、 $V_{sd}$ とに基づき、複数のコンバータ回路4のそれぞれを起動させることが可能か否かを判定する。

【0079】

10

20

30

40

50

コンバータ起動判定部 15 a は、電力演算器 14 a から出力された電力値  $P_{s a}$  と電圧検出器 13 a から出力された電圧値  $V_{s a}$  とを入力する。コンバータ起動判定部 15 a は、電力値  $P_{s a}$  がコンバータ回路 4 a を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 a を起動させることが可能な値の電力であるか否かが判定し、または電圧値  $V_{s a}$  がコンバータ回路 4 a を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15 a は、この判定結果  $D a$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0080】

コンバータ起動判定部 15 b は、電力演算器 14 b から出力された電力値  $P_{s b}$  と電圧検出器 13 b から出力された電圧値  $V_{s b}$  とを入力する。コンバータ起動判定部 15 b は、電力値  $P_{s b}$  がコンバータ回路 4 b を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 b を起動させることが可能な値の電力であるか否かが判定し、または電圧値  $V_{s b}$  がコンバータ回路 4 b を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15 b は、この判定結果  $D b$  を起動判定部 19 へ出力する。

10

【0081】

コンバータ起動判定部 15 c は、電力演算器 14 c から出力された電力値  $P_{s c}$  と電圧検出器 13 c から出力された電圧値  $V_{s c}$  とを入力する。コンバータ起動判定部 15 c は、電力値  $P_{s c}$  がコンバータ回路 4 c を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 c を起動させることが可能な値の電力であるか否かが判定し、または電圧値  $V_{s c}$  がコンバータ回路 4 c を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15 c は、この判定結果  $D c$  を起動判定部 19 へ出力する。

20

【0082】

コンバータ起動判定部 15 d は、電力演算器 14 d から出力された電力値  $P_{s d}$  と電圧検出器 13 d から出力された電圧値  $V_{s d}$  とを入力する。コンバータ起動判定部 15 d は、電力値  $P_{s d}$  がコンバータ回路 4 d を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 d を起動させることが可能な値の電力であるか否かが判定し、または電圧値  $V_{s d}$  がコンバータ回路 4 d を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15 d は、この判定結果  $D d$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0083】

起動判定部 19 は、複数の電力値  $P_{s a}$  ,  $P_{s b}$  ,  $P_{s c}$  ,  $P_{s d}$  と、判定結果  $D a$  ,  $D b$  ,  $D c$  ,  $D d$  とに基づき、前述した起動許否判定を行う。起動判定部 19 は判定結果を起動信号  $B s$  として出力する。

30

【0084】

次に起動許否判定部 16 の構成を詳細に説明する。

【0085】

図 3 は図 2 に示す起動判定部の構成図である。図 3 に示す起動判定部 19 は起動電力演算部 18 と起動信号生成部 20 とを備える。起動電力演算部 18 は、複数の判定結果  $D a$  ,  $D b$  ,  $D c$  ,  $D d$  に基づき、系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値である起動電力値  $P$  を演算する。起動信号生成部 20 は、複数の判定結果  $D a$  ,  $D b$  ,  $D c$  ,  $D d$  と複数の電力値  $P_{s a}$  ,  $P_{s b}$  ,  $P_{s c}$  ,  $P_{s d}$  と起動電力値  $P$  とに基づき、起動信号  $B s$  を生成する。

40

【0086】

起動電力演算部 18 および起動信号生成部 20 における動作を具体的に説明する。

【0087】

系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な電力値である起動電力値  $P$  は下記 (1) 式で求められる。

$$P = P_{c a} + P_{c b} + P_{c c} + P_{c d} + P_i + P_{e t c} \cdots (1)$$

【0088】

$P_{c a}$  ,  $P_{c b}$  ,  $P_{c c}$  ,  $P_{c d}$  のそれぞれは、複数のコンバータ回路 4 のそれぞれを起動させるために必要な電力値である。複数のコンバータ回路 4 のそれぞれの起動に必要な電力値  $P_{c a}$  ,  $P_{c b}$  ,  $P_{c c}$  ,  $P_{c d}$  のそれぞれは予め起動判定部 19 に設定されて

50

いるものとする。P<sub>i</sub>は、インバータ回路5を起動させるために必要な電力値である。P<sub>etc</sub>は、複数のコンバータ回路4およびインバータ回路5以外の図示しない機器であって、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な制御器を起動させるために必要な電力値である。インバータ回路5の起動に必要な電力値P<sub>i</sub>、および複数のコンバータ回路4およびインバータ回路5以外の系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値P<sub>etc</sub>も予め起動判定部19に設定されているものとする。

【0089】

起動電力演算部18では上記(1)式により起動電力値Pが求められる。

【0090】

起動信号生成部20では、複数の電力値P<sub>sa</sub>、P<sub>sb</sub>、P<sub>sc</sub>、P<sub>sd</sub>の合計値である電力合計値P<sub>s</sub>と、起動電力値Pとが比較される。

【0091】

下記(2)式に示すように複数の電力値P<sub>sa</sub>、P<sub>sb</sub>、P<sub>sc</sub>、P<sub>sd</sub>の電力合計値P<sub>s</sub>が起動電力値Pよりも大きいとき、起動信号生成部20は、系統連系インバータ装置3を起動可能であると判定する。

$$P_s > P \quad (2)$$

【0092】

上記(2)式の関係が満たされれば系統連系インバータ装置3を起動可能である。

【0093】

ところが特定のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力が、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力未満である場合、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足する。従って当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力の不足分は、他の太陽電池ストリングの出力電力より賄われることとなる。

【0094】

すなわちP<sub>sa</sub> < P<sub>ca</sub>、P<sub>sb</sub> < P<sub>cb</sub>、P<sub>sc</sub> < P<sub>cc</sub>、およびP<sub>sd</sub> < P<sub>cd</sub>の何れかの条件を満たすコンバータ回路は、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足している。

【0095】

このとき、当該コンバータ回路を動かす電力は、他のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力より賄う必要があるため、当該太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できない。

【0096】

一方、複数のコンバータ回路のそれぞれに入力される電圧、すなわちそれぞれの太陽電池ストリングの出力電圧が低い場合、太陽電池ストリングへの太陽からの日射が少なく、発電量が小さいと考えられる。

【0097】

そのため、この場合には、複数のコンバータ回路を全て動作させるよりも、一部のコンバータ回路のみを動作させたほうが、コンバータ回路の動作による電力消費が抑えられる。そのため太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できる。従って、太陽電池ストリングの出力電圧値である電圧値V<sub>sa</sub>、V<sub>sb</sub>、V<sub>sc</sub>、V<sub>sd</sub>を用いてもコンバータ回路の起動可否を判定することができる。

【0098】

そこで実施の形態1の起動判定部19は、P<sub>sa</sub> < P<sub>ca</sub>、P<sub>sb</sub> < P<sub>cb</sub>、P<sub>sc</sub> < P<sub>cc</sub>、およびP<sub>sd</sub> < P<sub>cd</sub>の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させず、P<sub>sa</sub> > P<sub>ca</sub>、P<sub>sb</sub> > P<sub>cb</sub>、P<sub>sc</sub> > P<sub>cc</sub>、およびP<sub>sd</sub> > P<sub>cd</sub>の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させるように構成されている。

【0099】

また実施の形態1の起動判定部19では、特定の太陽電池ストリングの出力電力が当該太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路を起動させるために必要な電力よりも小

10

20

30

40

50

さいため、特定の太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路、例えばコンバータ回路4aが起動しない場合、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な電力値は下記(3)式により求められる。

$$P = P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc} \dots (3)$$

【0100】

上記(3)式によれば、コンバータ回路4aを起動させるために必要な電力値分を除いて、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な電力値が求められる。すなわち上記(3)式により求められる起動電力値Pは、上記(1)式により求められる起動電力値Pよりも小さな値となる。

【0101】

従って、上記(1)式により求められる起動電力値Pよりも小さな発電電力値で系統連系インバータ装置3を起動させることができる。上記の例では、ゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dとインバータ回路5とが起動し、出力リレー6が閉路する。

【0102】

以上の動作を図4から図6を用いて説明する。

【0103】

図4は図1に示す系統連系インバータ装置の起動許否判定部16の起動判定動作に係るフローチャートである。

【0104】

(S1)複数の電圧検出器13a, 13b, 13c, 13dにより検出された太陽電池ストリング1のそれぞれの出力電圧の電圧値 $V_{sa}$ ,  $V_{sb}$ ,  $V_{sc}$ ,  $V_{sd}$ が入力される。

【0105】

また複数の電力演算器14a, 14b, 14c, 14dにより演算された太陽電池ストリング1のそれぞれの出力電力の電力値 $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$ が入力される。

【0106】

(S2)コンバータ起動判定部15aは下記(4)式および(5)式によりコンバータ回路4aが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sa} \leq V_{smax} \dots (4)$$

$$P_{sa} \geq P_{ca} \dots (5)$$

【0107】

$V_{smin}$ と $V_{smax}$ はコンバータ回路4aの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。 $P_{ca}$ はコンバータ回路4aを起動させるために必要な電力値である。

【0108】

(S3)電圧値 $V_{sa}$ が上記(4)式の条件を満たし、かつ、電力値 $P_{sa}$ が上記(5)式の条件を満たす場合(S2, Yes)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果 $D_a$ を起動信号生成部20に出力する。

【0109】

(S4)電圧値 $V_{sa}$ が上記(4)式の条件を満たさず、または電力値 $P_{sa}$ が上記(5)式の条件を満たさない場合(S2, No)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果 $D_a$ を起動信号生成部20に出力する。

【0110】

(S5)コンバータ起動判定部15bは下記(6)式および(7)式によりコンバータ回路4bが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sb} \leq V_{smax} \dots (6)$$

$$P_{sb} \geq P_{cb} \dots (7)$$

【0111】

$V_{smin}$ と $V_{smax}$ はコンバータ回路4bの動作を許可する電圧範囲の下限値と上

10

20

30

40

50

限值である。P c bはコンバータ回路4 bを起動させるために必要な電力値である。

【0112】

(S6) 電圧値V s bが上記(6)式の条件を満たし、かつ、電力値P s bが上記(7)式の条件を満たす場合(S5, Yes)、コンバータ起動判定部15 bは、コンバータ回路4 bを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果D bを起動信号生成部20に出力する。

【0113】

(S7) 電圧値V s bが上記(6)式の条件を満たさず、または電力値P s bが上記(7)式の条件を満たさない場合(S5, No)、コンバータ起動判定部15 bは、コンバータ回路4 bを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果D bを起動信号生成部20に出力する。

10

【0114】

(S8) コンバータ起動判定部15 cは下記(8)式および(9)式によりコンバータ回路4 cが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sc} \leq V_{smax} \dots (8)$$

$$P_{sc} \leq P_{cc} \dots (9)$$

【0115】

V s minとV s maxはコンバータ回路4 cの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。P c cはコンバータ回路4 cを起動させるために必要な電力値である。

【0116】

(S9) 電圧値V s cが上記(8)式の条件を満たし、かつ、電力値P s cが上記(9)式の条件を満たす場合(S8, Yes)、コンバータ起動判定部15 cは、コンバータ回路4 cを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果D cを起動信号生成部20に出力する。

20

【0117】

(S10) 電圧値V s cが上記(8)式の条件を満たさず、または電力値P s cが上記(9)式の条件を満たさない場合(S8, No)、コンバータ起動判定部15 cは、コンバータ回路4 cを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果D cを起動信号生成部20に出力する。

【0118】

(S11) コンバータ起動判定部15 dは下記(10)式および(11)式によりコンバータ回路4 dが起動可能か否かを判断する。

30

【0119】

$$V_{smin} \leq V_{sd} \leq V_{smax} \dots (10)$$

$$P_{sd} \leq P_{cd} \dots (11)$$

【0120】

V s minとV s maxはコンバータ回路4 dの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。P c dはコンバータ回路4 dを起動させるために必要な電力値である。

【0121】

(S12) 電圧値V s dが上記(10)式の条件を満たし、かつ、電力値P s dが上記(11)式の条件を満たす場合(S11, Yes)、コンバータ起動判定部15 dは、コンバータ回路4 dを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果D dを起動信号生成部20に出力する。

40

【0122】

(S13) 電圧値V s dが上記(10)式の条件を満たさず、または電力値P s dが上記(11)式の条件を満たさない場合(S11, No)、コンバータ起動判定部15 dは、コンバータ回路4 dを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果D dを起動信号生成部20に出力する。

【0123】

(S14) 次に起動電力演算部18は、判定結果D a, D b, D c, D dに基づき、起

50

動電力値 P を決定する。

【 0 1 2 4 】

図 5 は図 3 に示す起動電力演算部の演算に用いられる第 1 のテーブルを示す図である。図 5 に示す第 1 のテーブル 4 0 は、起動電力演算部 1 8 に設定されている。第 1 のテーブル 4 0 には、複数のコンバータ回路 4 の動作の判定結果 D a , D b , D c , D d と起動電力値 P とが対応付けられている。

【 0 1 2 5 】

コンバータ回路の起動が許可されるとき、起動電力演算部 1 8 では、起動が許可されたコンバータ回路を起動させるために必要な電力値 P c a , P c b , P c c , P c d とインバータ回路 5 の起動に必要な電力値 P i と複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値 P e t c とが加算されることにより起動電力値 P が決定される。

10

【 0 1 2 6 】

一例として、コンバータ回路 4 a が起動許可であり、コンバータ回路 4 b が起動許可であり、コンバータ回路 4 c が起動許可であり、コンバータ回路 4 d が起動禁止である場合、起動電力値 P は下記 ( 1 2 ) 式により決定される。

$$P = P c a + P c b + P c c + P i + P e t c \cdots ( 1 2 )$$

【 0 1 2 7 】

( S 1 5 ) 次に起動信号生成部 2 0 は、起動が許可されたコンバータ回路に接続される複数の太陽電池ストリング 1 のそれぞれの電力の電力合計値 P s を決定する。従って、電力合計値 P s は、電力値 P s a , P s b , P s c , P s d と判定結果 D a , D b , D c , D d とにより決定する。

20

【 0 1 2 8 】

図 6 は図 3 に示す起動信号生成部の演算に用いられる第 2 のテーブルを示す図である。図 6 に示す第 2 のテーブル 4 1 は、起動信号生成部 2 0 に設定されている。

【 0 1 2 9 】

第 2 のテーブル 4 1 には、電力値 P s a , P s b , P s c , P s d と判定結果 D a , D b , D c , D d とが対応付けられている。電力合計値 P s は、起動が許可されたコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d に接続された太陽電池ストリングの電力値 P s a , P s b , P s c , P s d と、インバータ回路 5 の起動に必要な電力値 P i と、複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値 P e t c との合計値である。

30

【 0 1 3 0 】

一例として、コンバータ回路 4 a が起動許可であり、コンバータ回路 4 b が起動許可であり、コンバータ回路 4 c が起動許可であり、コンバータ回路 4 d が起動禁止である場合、電力合計値 P s は下記 ( 1 3 ) 式により決定される。

$$P s = P s a + P s b + P s c \cdots ( 1 3 )$$

【 0 1 3 1 】

( S 1 6 ) 次に起動信号生成部 2 0 は、上記 ( 1 2 ) 式および ( 1 3 ) 式で電力合計値 P s と起動電力値 P とを比較する。

40

【 0 1 3 2 】

( S 1 7 ) P s < P の場合 ( S 1 6 , N o )、起動信号生成部 2 0 は、複数のゲートパルス発生器 1 7、インバータ回路 5、および出力リレー 6 へ起動停止を指示する。そして一定時間待機後、系統連系インバータ装置 3 では S 1 の処理を再開する。

【 0 1 3 3 】

P s ≥ P の場合 ( S 1 6 , Y e s )、起動信号生成部 2 0 は、複数のゲートパルス発生器 1 7、インバータ回路 5、および出力リレー 6 へ起動信号 B s を出力する。

【 0 1 3 4 】

( S 1 8 ) 起動信号生成部 2 0 から出力された起動信号 B s により、複数のゲートパルス発生器 1 7 およびインバータ回路 5 が起動して動作を開始し、さらに出力リレー 6 が閉

50

路する。

【0135】

(S19) 複数のゲートパルス発生器17が起動したことにより、複数のコンバータ回路4a, 4b, 4c, 4dが動作する。またインバータ回路5が動作し、出力リレー6が閉路することにより、商用電力系統2との連系が実行される。

【0136】

ここで、起動されるゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dは、コンバータ起動判定部15a, 15b, 15c, 15dで起動を許可されたコンバータ回路4a, 4b, 4c, 4dに接続されたものであって、コンバータ起動判定部15a, 15b, 15c, 15dで起動を禁止されたコンバータ回路4a, 4b, 4c, 4dに接続されたゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dは起動されない。上述した例の場合、コンバータ回路4aが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4bが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4cが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4dが起動禁止の判定がなされている。そのため、S16の判定直後はゲートパルス発生器17a, 17b, 17cが起動許可され、ゲートパルス発生器17dが起動禁止となる。

10

【0137】

さらにゲートパルス発生器17dについては一定時間待機後、起動信号生成部20は再度、S11、S12、S13の処理を実施し、ゲートパルス発生器17dの起動許可の判定を行う。このときS16の処理については既にインバータ回路5が動作中であるため実施不要となる。

20

【0138】

以下では系統連系インバータ装置3の動作を具体的な数値を用いて説明する。なお以下で説明する数値は一例であり、系統連系インバータ装置3の動作で用いられる数値はこれらに限定されるものではない。

【0139】

具体的な数値例は以下の通りである。

(1) Pca, Pcb, Pcc, Pcdのそれぞれは1Wである。

(2) Piは40W、Petcは20W、Vsmiは60V、Vsmaxは450Vである。

(3) Psaは100W、Vsaは40Vである。

30

(4) Psbは0.5W、Vsbは70Vである。

(5) Pscは50W、Vscは70Vである。

(6) Psdは70W、Vsdは100Vである。

【0140】

図4に示すフローチャートに従い説明する。

【0141】

(S1) 複数の電圧検出器13a, 13b, 13c, 13dにより、上記の電圧値Vsa, Vsb, Vsc, Vsdが演算される。

【0142】

また複数の電力演算器14a, 14b, 14c, 14dにより、上記の電力値Psa, Psb, Psc, Psdが演算される。

40

【0143】

(S2~S4) Vsaは40Vであり、Vsmiは60Vであるため、Vsa > Vsmiとなり、コンバータ回路4aは起動禁止となる。

【0144】

(S5~S7) Vsbは70Vであるが、Psbは0.5Wであり、Pcbは1Wであるため、Psb < Pcbとなり、コンバータ回路4bは起動禁止となる。

【0145】

(S8~S10) Vscは70Vであり、Pscは50Wであり、Pccは1Wであるため、Psc > Pccとなり、コンバータ回路4cは起動許可となる。

50

## 【 0 1 4 6 】

( S 1 1 ~ S 1 3 )  $V_{sd}$  は 1 0 0 V であり、  $P_{sd}$  は 7 0 W であり、  $P_{cd}$  は 1 W であるため、  $P_{sd} > P_{cd}$  となり、コンバータ回路 4 d は起動許可となる。

## 【 0 1 4 7 】

( S 1 4 ) 起動電力演算部 1 8 は、 S 2 から S 1 3 において、コンバータ回路 4 a 起動禁止、コンバータ回路 4 b 起動禁止、コンバータ回路 4 c 起動許可、およびコンバータ回路 4 d 起動許可という判定により、系統連系インバータ装置 3 の起動電力値  $P$  を決定する。

## 【 0 1 4 8 】

起動電力値  $P$  は、  $P = P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc}$  で得られるため、 6 2 W となる。

10

## 【 0 1 4 9 】

( S 1 5 ) 次に起動信号生成部 2 0 は、 S 2 から S 1 3 において、コンバータ回路 4 a 起動禁止、コンバータ回路 4 b 起動禁止、コンバータ回路 4 c 起動許可、およびコンバータ回路 4 d 起動許可という判定により、複数の太陽電池ストリング 1 の電力合計値  $P_s$  を決定する。

## 【 0 1 5 0 】

電力合計値  $P_s$  は、  $P_s = P_{sc} + P_{sd}$  で得られるため、 1 2 0 W となる。

## 【 0 1 5 1 】

( S 1 6 ) 次に起動信号生成部 2 0 は、 S 1 4 および S 1 5 で決定した起動電力値  $P$  および電力合計値  $P_s$  により、系統連系インバータ装置 3 の起動判定を実施する。

20

## 【 0 1 5 2 】

起動電力値  $P$  は 6 2 W、電力合計値  $P_s$  は 1 2 0 W であるため  $P_s > P$  となる。

## 【 0 1 5 3 】

( S 1 8 ) S 1 6 の起動判定結果により、ゲートパルス発生器 1 7 c、ゲートパルス発生器 1 7 d、およびインバータ回路 5 が起動して動作を開始し、さらには出力リレー 6 が閉路する。

## 【 0 1 5 4 】

( S 1 9 ) ゲートパルス発生器 1 7 c、1 7 d が起動したことにより、コンバータ回路 4 c、コンバータ回路 4 d が動作する。またインバータ回路 5 が動作し、出力リレー 6 が閉路することにより、コンバータ回路 4 a およびコンバータ回路 4 b が停止した状態でも商用電力系統 2 との連系が実行される。

30

## 【 0 1 5 5 】

図 7 は図 2 に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図である。

## 【 0 1 5 6 】

起動許否判定部 1 6 は、プロセッサ 5 1 と、RAM ( Random Access Memory ) または ROM ( Read Only Memory ) で構成されるメモリ 5 2 と、入出力インタフェース 5 3 とにより実現することが可能である。

## 【 0 1 5 7 】

プロセッサ 5 1、メモリ 5 2 および入出力インタフェース 5 3 はバス 5 0 に接続され、バス 5 0 を介して、図 1 に示す複数の電圧検出器 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d、複数の電力演算器 1 4 a、1 4 b、1 4 c、1 4 d、複数のゲートパルス発生器 1 7、インバータ回路 5、および出力リレー 6 との間における情報または信号の受け渡しを、相互に行うことが可能である。

40

## 【 0 1 5 8 】

複数のコンバータ起動判定部 1 5 のそれぞれを実現する場合、複数のコンバータ起動判定部 1 5 用のプログラムをメモリ 5 2 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 5 1 が実行することにより、複数のコンバータ起動判定部 1 5 が実現される。

## 【 0 1 5 9 】

50

入出力インタフェース 53 は、複数のコンバータ起動判定部 15 が電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  および電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  を入力する際に利用される。

【0160】

起動判定部 19 を実現する場合、起動判定部 19 用のプログラムをメモリ 52 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 51 が実行することにより、起動判定部 19 の起動電力演算部 18 および起動信号生成部 20 が実現される。

【0161】

入出力インタフェース 53 は、起動判定部 19 の起動信号  $B_s$  を伝送する際に利用される。

10

【0162】

以上に説明したように実施の形態 1 の系統連系インバータ装置 3 は、複数のコンバータ回路 4a , 4b , 4c , 4d のそれぞれの起動を許可するか否かを判定し、複数のコンバータ回路 4a , 4b , 4c , 4d のそれぞれの起動を許可するか否かの判定結果に基づいて、系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値である起動電力値を求め、起動が許可されたコンバータ回路 4a , 4b , 4c , 4d に接続された直流電源から出力される電力の合計値が起動電力値以上のときに系統連系インバータ装置 3 を起動させる起動制御を行うように構成されている。この構成により電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値、すなわち系統連系インバータ装置 3 を構成する全ての機器を起動させるために必要な電力値よりも低い場合でも、電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 を構成する一部の機器を起動可能な電力よりも大きい場合には、当該機器を起動できる。

20

【0163】

特許文献 1 , 2 に示す従来技術では電力合計値  $P_s$  が全ての昇圧回路の起動電力の合計値よりも高くなるまで系統連系インバータ装置を起動できない。そのため低日射の状況では、系統連系インバータ装置が起動を開始する時間が長くなり、系統連系インバータ装置が起動を開始するまでに発電された電力を有効利用することができなかった。

【0164】

実施の形態 1 の系統連系インバータ装置 3 によれば、低日射の状況における電力合計値  $P_s$  が、一部の機器を起動可能な電力、例えばコンバータ回路 4a、インバータ回路 5、および出力リレー 6 といった機器を起動可能な電力よりも高い値であれば、当該機器を起動できる。そのため低日射においても特許文献 1 , 2 に示す従来技術よりも早く起動でき、より多くの発電電力を有効利用できる。

30

【0165】

実施の形態 2 .

図 8 は実施の形態 2 に係る系統連系インバータ装置を含む太陽光発電システムを示す図である。以下、実施の形態 1 と異なる部分のみ説明する。

【0166】

起動許否判定部 16 は、複数の電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  に基づき、系統連系インバータ装置 3 を商用電力系統 2 に連系させるため、系統連系インバータ装置 3 を起動させるか否かの起動許否判定を行う。具体的には、起動許否判定部 16 は、複数のゲートパルス発生器 17 のそれぞれを起動させるか否かを判定し、インバータ回路 5 を起動させるか否かを判定し、出力リレー 6 を開路状態から閉路状態にするかを判定する。起動許否判定部 16 の判定結果は、起動信号  $B_s$  として複数のゲートパルス発生器 17 のそれぞれと、インバータ回路 5 と、出力リレー 6 とに出力される。

40

【0167】

次に起動許否判定部 16 の構成を詳細に説明する。

【0168】

図 9 は図 8 に示す起動許否判定部の構成図である。図 9 に示す起動許否判定部 16 は、複数のコンバータ起動判定部 15a , 15b , 15c , 15d と起動判定部 19 とを備え

50

る。以下では、複数のコンバータ起動判定部 15 a , 15 b , 15 c , 15 d を「複数のコンバータ起動判定部 15」と省略する場合がある。複数のコンバータ起動判定部 15 のそれぞれは、電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  に基づき、複数のコンバータ回路 4 のそれぞれを起動させることが可能か否か判定する。

【0169】

コンバータ起動判定部 15 a は、電力演算器 14 a から出力された電力値  $P_{sa}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15 a は、電力値  $P_{sa}$  がコンバータ回路 4 a を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 a を起動させることが可能な値の電力であるか否かを判定する。コンバータ起動判定部 15 a は、この判定結果  $D_a$  を起動判定部 19 へ出力する。

10

【0170】

コンバータ起動判定部 15 b は、電力演算器 14 b から出力された電力値  $P_{sb}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15 b は、電力値  $P_{sb}$  がコンバータ回路 4 b を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 b を起動させることが可能な値の電力であるか否かを判定する。コンバータ起動判定部 15 b は、この判定結果  $D_b$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0171】

コンバータ起動判定部 15 c は、電力演算器 14 c から出力された電力値  $P_{sc}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15 c は、電力値  $P_{sc}$  がコンバータ回路 4 c を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 c を起動させることが可能な値の電力であるか否かを判定する。コンバータ起動判定部 15 c は、この判定結果  $D_c$  を起動判定部 19 へ出力する。

20

【0172】

コンバータ起動判定部 15 d は、電力演算器 14 d から出力された電力値  $P_{sd}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15 d は、電力値  $P_{sd}$  がコンバータ回路 4 d を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17 d を起動させることが可能な値の電力であるか否かを判定する。コンバータ起動判定部 15 d は、この判定結果  $D_d$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0173】

起動判定部 19 は、複数の電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  と、判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  とに基づき、前述した起動許否判定を行う。起動判定部 19 は判定結果を起動信号  $B_s$  として出力する。

30

【0174】

次に起動許否判定部 16 の構成を詳細に説明する。

【0175】

図 10 は図 9 に示す起動判定部の構成図である。図 10 に示す起動判定部 19 は起動電力演算部 18 と起動信号生成部 20 とを備える。起動電力演算部 18 は、複数の判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  に基づき、系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値である起動電力値  $P$  を演算する。起動信号生成部 20 は、複数の判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  と複数の電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  と起動電力値  $P$  とに基づき、起動信号  $B_s$  を生成する。

40

【0176】

起動電力演算部 18 および起動信号生成部 20 における動作を具体的に説明する。

【0177】

系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な電力値である起動電力値  $P$  は下記 (14) 式で求められる。

$$P = P_{ca} + P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc} \cdots (14)$$

【0178】

$P_{ca}$  ,  $P_{cb}$  ,  $P_{cc}$  ,  $P_{cd}$  のそれぞれは、複数のコンバータ回路 4 のそれぞれを起動させるために必要な電力値である。複数のコンバータ回路 4 のそれぞれの起動に必要

50

な電力値  $P_{ca}$ ,  $P_{cb}$ ,  $P_{cc}$ ,  $P_{cd}$  のそれぞれは予め起動判定部 19 に設定されているものとする。 $P_i$  は、インバータ回路 5 を起動させるために必要な電力値である。 $P_{etc}$  は、複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の図示しない機器であって、系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器を起動させるために必要な電力値である。インバータ回路 5 の起動に必要な電力値  $P_i$ 、および複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値  $P_{etc}$  も予め起動判定部 19 に設定されているものとする。

【0179】

起動電力演算部 18 では上記 (14) 式により起動電力値  $P$  が求められる。

10

【0180】

起動信号生成部 20 では、複数の電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  の合計値である電力合計値  $P_s$  と、起動電力値  $P$  とが比較される。

【0181】

下記 (15) 式に示すように複数の電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  の電力合計値  $P_s$  が起動電力値  $P$  よりも大きいとき、起動信号生成部 20 は、系統連系インバータ装置 3 を起動可能であると判定する。

$$P_s > P \cdots (15)$$

【0182】

上記 (15) 式の関係が満たされれば系統連系インバータ装置 3 を起動可能である。

20

【0183】

ところが特定のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力が、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力未満である場合、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足する。従って当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力の不足分は、他の太陽電池ストリングの出力電力より賄われることとなる。

【0184】

すなわち  $P_{sa} < P_{ca}$ 、 $P_{sb} < P_{cb}$ 、 $P_{sc} < P_{cc}$ 、および  $P_{sd} < P_{cd}$  の何れかの条件を満たすコンバータ回路は、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足している。

【0185】

このとき、当該コンバータ回路を動かす電力は、他のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力より賄う必要があるため、当該太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できない。そのため、この場合には、複数のコンバータ回路を全て動作させるよりも、一部のコンバータ回路のみを動作させたほうが、コンバータ回路の動作による電力消費が抑えられる。そのため太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できる。

30

【0186】

そこで実施の形態 2 の起動判定部 19 は、 $P_{sa} < P_{ca}$ 、 $P_{sb} < P_{cb}$ 、 $P_{sc} < P_{cc}$ 、および  $P_{sd} < P_{cd}$  の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させず、 $P_{sa} \geq P_{ca}$ 、 $P_{sb} \geq P_{cb}$ 、 $P_{sc} \geq P_{cc}$ 、および  $P_{sd} \geq P_{cd}$  の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させるように構成されている。

40

【0187】

また実施の形態 2 の起動判定部 19 では、特定の太陽電池ストリングの出力電力が当該太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路を起動させるために必要な電力よりも小さいため、特定の太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路、例えばコンバータ回路 4a が起動しない場合、系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な電力値は下記 (16) 式により求められる。

$$P = P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc} \cdots (16)$$

【0188】

上記 (16) 式によれば、コンバータ回路 4a を起動させるために必要な電力値分を除いて、系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な電力値が求められる。すなわ

50

ち上記(16)式により求められる起動電力値Pは、上記(14)式により求められる起動電力値Pよりも小さな値となる。

【0189】

従って、上記(14)式により求められる起動電力値Pよりも小さな発電電力値で系統連系インバータ装置3を起動させることができる。上記の例では、ゲートパルス発生器17a, 17b, 17c, 17dとインバータ回路5とが起動し、出力リレー6が閉路する。

【0190】

以上の動作を図11から図13を用いて説明する。

【0191】

図11は図8に示す系統連系インバータ装置の起動許否判定部16の起動判定動作に係るフローチャートである。

【0192】

(S1)複数の電力演算器14a, 14b, 14c, 14dにより演算された太陽電池ストリング1のそれぞれの出力電力の電力値 $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$ が入力される。

【0193】

(S2)コンバータ起動判定部15aは下記(17)式によりコンバータ回路4aが起動可能か否かを判断する。

$$P_{sa} > P_{ca} \cdots (17)$$

【0194】

$P_{ca}$ はコンバータ回路4aを起動させるために必要な電力値である。

【0195】

(S3)電力値 $P_{sa}$ が上記(17)式の条件を満たす場合(S2, Yes)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果 $D_a$ を起動信号生成部20に出力する。

【0196】

(S4)電力値 $P_{sa}$ が上記(17)式の条件を満たさない場合(S2, No)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果 $D_a$ を起動信号生成部20に出力する。

【0197】

(S5)コンバータ起動判定部15bは下記(18)式によりコンバータ回路4bが起動可能か否かを判断する。

$$P_{sb} > P_{cb} \cdots (18)$$

【0198】

$P_{cb}$ はコンバータ回路4bを起動させるために必要な電力値である。

【0199】

(S6)電力値 $P_{sb}$ が上記(18)式の条件を満たす場合(S5, Yes)、コンバータ起動判定部15bは、コンバータ回路4bを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果 $D_b$ を起動信号生成部20に出力する。

【0200】

(S7)電力値 $P_{sb}$ が上記(14)式の条件を満たさない場合(S5, No)、コンバータ起動判定部15bは、コンバータ回路4bを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果 $D_b$ を起動信号生成部20に出力する。

【0201】

(S8)コンバータ起動判定部15cは下記(19)式によりコンバータ回路4cが起動可能か否かを判断する。

$$P_{sc} > P_{cc} \cdots (19)$$

【0202】

$P_{cc}$ はコンバータ回路4cを起動させるために必要な電力値である。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 0 3 】

( S 9 ) 電力値  $P_{sc}$  が上記 ( 1 9 ) 式の条件を満たす場合 ( S 8 , Y e s )、コンバータ起動判定部 1 5 c は、コンバータ回路 4 c を起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_c$  を起動信号生成部 2 0 に出力する。

## 【 0 2 0 4 】

( S 1 0 ) 電力値  $P_{sc}$  が上記 ( 1 9 ) 式の条件を満たさない場合 ( S 8 , N o )、コンバータ起動判定部 1 5 c は、コンバータ回路 4 c を起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_c$  を起動信号生成部 2 0 に出力する。

## 【 0 2 0 5 】

( S 1 1 ) コンバータ起動判定部 1 5 d は下記 ( 2 0 ) 式によりコンバータ回路 4 d が起動可能か否かを判断する。 10

## 【 0 2 0 6 】

$$P_{sd} \geq P_{cd} \cdots ( 2 0 )$$

## 【 0 2 0 7 】

$P_{cd}$  はコンバータ回路 4 d を起動させるために必要な電力値である。

## 【 0 2 0 8 】

( S 1 2 ) 電力値  $P_{sd}$  が上記 ( 2 0 ) 式の条件を満たす場合 ( S 1 1 , Y e s )、コンバータ起動判定部 1 5 d は、コンバータ回路 4 d を起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_d$  を起動信号生成部 2 0 に出力する。

## 【 0 2 0 9 】

( S 1 3 ) 電力値  $P_{sd}$  が上記 ( 2 0 ) 式の条件を満たさない場合 ( S 1 1 , N o )、コンバータ起動判定部 1 5 d は、コンバータ回路 4 d を起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_d$  を起動信号生成部 2 0 に出力する。 20

## 【 0 2 1 0 】

( S 1 4 ) 次に起動電力演算部 1 8 は、判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  に基づき、起動電力値  $P$  を決定する。

## 【 0 2 1 1 】

図 1 2 は図 1 0 に示す起動電力演算部の演算に用いられる第 1 のテーブルを示す図である。図 1 2 に示す第 1 のテーブル 4 0 は、起動電力演算部 1 8 に設定されている。第 1 のテーブル 4 0 には、複数のコンバータ回路 4 の動作の判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  と起動電力値  $P$  とが対応付けられている。 30

## 【 0 2 1 2 】

コンバータ回路の起動が許可されるとき、起動電力演算部 1 8 では、起動が許可されたコンバータ回路を起動させるために必要な電力値  $P_{ca}$  ,  $P_{cb}$  ,  $P_{cc}$  ,  $P_{cd}$  とインバータ回路 5 の起動に必要な電力値  $P_i$  と複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値  $P_{etc}$  とが加算されることにより起動電力値  $P$  が決定される。

## 【 0 2 1 3 】

一例として、コンバータ回路 4 a が起動許可であり、コンバータ回路 4 b が起動許可であり、コンバータ回路 4 c が起動許可であり、コンバータ回路 4 d が起動禁止である場合、起動電力値  $P$  は下記 ( 2 1 ) 式により決定される。 40

$$P = P_{ca} + P_{cb} + P_{cc} + P_i + P_{etc} \cdots ( 2 1 )$$

## 【 0 2 1 4 】

( S 1 5 ) 次に起動信号生成部 2 0 は、起動が許可されたコンバータ回路に接続される複数の太陽電池ストリング 1 のそれぞれの電力の電力合計値  $P_s$  を決定する。従って、電力合計値  $P_s$  は、電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  と判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  とにより決定する。

## 【 0 2 1 5 】

図 1 3 は図 1 0 に示す起動信号生成部の演算に用いられる第 2 のテーブルを示す図である。図 1 3 に示す第 2 のテーブル 4 1 は、起動信号生成部 2 0 に設定されている。 50

## 【0216】

第2のテーブル41には、電力値 $P_{sa}$ 、 $P_{sb}$ 、 $P_{sc}$ 、 $P_{sd}$ と判定結果 $D_a$ 、 $D_b$ 、 $D_c$ 、 $D_d$ とが対応付けられている。電力合計値 $P_s$ は、起動が許可されたコンバータ回路4a、4b、4c、4dに接続された太陽電池ストリングの電力値 $P_{sa}$ 、 $P_{sb}$ 、 $P_{sc}$ 、 $P_{sd}$ と、インバータ回路5の起動に必要な電力値 $P_i$ と、複数のコンバータ回路4およびインバータ回路5以外の系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値 $P_{etc}$ の合計値である。

## 【0217】

一例として、コンバータ回路4aが起動許可であり、コンバータ回路4bが起動許可であり、コンバータ回路4cが起動許可であり、コンバータ回路4dが起動禁止である場合、電力合計値 $P_s$ は下記(22)式により決定される。

$$P_s = P_{sa} + P_{sb} + P_{sc} \dots (22)$$

## 【0218】

(S16)次に起動信号生成部20は、上記(21)式および(22)式で電力合計値 $P_s$ と起動電力値 $P$ とを比較する。

## 【0219】

(S17) $P_s < P$ の場合(S16, No)、起動信号生成部20は、複数のゲートパルス発生器17、インバータ回路5、および出力リレー6へ起動停止を指示する。そして一定時間待機後、系統連系インバータ装置3ではS1の処理を再開する。

## 【0220】

$P_s \geq P$ の場合(S16, Yes)、起動信号生成部20は、複数のゲートパルス発生器17、インバータ回路5、および出力リレー6へ起動信号 $B_s$ を出力する。

## 【0221】

(S18)起動信号生成部20から出力された起動信号 $B_s$ により、複数のゲートパルス発生器17およびインバータ回路5が起動して動作を開始し、さらに出力リレー6が閉路する。

## 【0222】

(S19)複数のゲートパルス発生器17が起動したことにより、複数のコンバータ回路4a、4b、4c、4dが動作する。またインバータ回路5が動作し、出力リレー6が閉路することにより、商用電力系統2との連系が実行される。

## 【0223】

ここで、起動されるゲートパルス発生器17a、17b、17c、17dは、コンバータ起動判定部15a、15b、15c、15dで起動を許可されたコンバータ回路4a、4b、4c、4dに接続されたものであって、コンバータ起動判定部15a、15b、15c、15dで起動を禁止されたコンバータ回路4a、4b、4c、4dに接続されたゲートパルス発生器17a、17b、17c、17dは起動されない。上述した例の場合、コンバータ回路4aが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4bが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4cが起動許可の判定がなされ、コンバータ回路4dが起動禁止の判定がなされている。そのため、S16の判定直後はゲートパルス発生器17a、17b、17cが起動許可され、ゲートパルス発生器17dが起動禁止となる。

## 【0224】

さらにゲートパルス発生器17dについては一定時間待機後、起動信号生成部20は再度、S11、S12、S13の処理を実施し、ゲートパルス発生器17dの起動許可の判定を行う。このときS16の処理については既にインバータ回路5が動作中であるため実施不要となる。

## 【0225】

以下では系統連系インバータ装置3の動作を具体的な数値を用いて説明する。なお以下で説明する数値は一例であり、系統連系インバータ装置3の動作で用いられる数値はこれらに限定されるものではない。

## 【0226】

10

20

30

40

50

具体的な数値例は以下の通りである。

(1)  $P_{ca}$ ,  $P_{cb}$ ,  $P_{cc}$ ,  $P_{cd}$ のそれぞれは1Wである。

(2)  $P_i$ は40W、 $P_{etc}$ は20Wである。

(3)  $P_{sa}$ は100Wである。

(4)  $P_{sb}$ は0.5Wである。

(5)  $P_{sc}$ は50Wである。

(6)  $P_{sd}$ は70Wである。

【0227】

図11に示すフローチャートに従い説明する。

【0228】

10

(S1) 複数の電力演算器14a, 14b, 14c, 14dにより、上記の電力値 $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$ が演算される。

【0229】

(S2~S4)  $P_{sa}$ は100Wであり、 $P_{ca}$ は1Wであるため、 $P_{sa} > P_{ca}$ となり、コンバータ回路4aは起動許可となる。

【0230】

(S5~S7)  $P_{sb}$ は0.5Wであり、 $P_{cb}$ は1Wであるため、 $P_{sb} < P_{cb}$ となり、コンバータ回路4bは起動禁止となる。

【0231】

(S8~S10)  $P_{sc}$ は50Wであり、 $P_{cc}$ は1Wであるため、 $P_{sc} > P_{cc}$ となり、コンバータ回路4cは起動許可となる。

20

【0232】

(S11~S13)  $P_{sd}$ は70Wであり、 $P_{cd}$ は1Wであるため、 $P_{sd} > P_{cd}$ となり、コンバータ回路4dは起動許可となる。

【0233】

(S14) 起動電力演算部18は、S2からS13において、コンバータ回路4a起動禁止、コンバータ回路4b起動禁止、コンバータ回路4c起動許可、およびコンバータ回路4d起動許可という判定により、系統連系インバータ装置3の起動電力値Pを決定する。

【0234】

30

起動電力値Pは、 $P = P_{ca} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc}$ で得られるため、63Wとなる。

【0235】

(S15) 次に起動信号生成部20は、S2からS13において、コンバータ回路4a起動許可、コンバータ回路4b起動禁止、コンバータ回路4c起動許可、およびコンバータ回路4d起動許可という判定により、複数の太陽電池ストリング1の電力合計値 $P_s$ を決定する。

【0236】

電力合計値 $P_s$ は、 $P_s = P_{sa} + P_{sc} + P_{sd}$ で得られるため、120Wとなる。

【0237】

40

(S16) 次に起動信号生成部20は、S14およびS15で決定した起動電力値Pおよび電力合計値 $P_s$ により、系統連系インバータ装置3の起動判定を実施する。

【0238】

起動電力値Pは63W、電力合計値 $P_s$ は120Wであるため $P_s > P$ となる。

【0239】

(S18) S16の起動判定結果により、ゲートパルス発生器17a、ゲートパルス発生器17c、ゲートパルス発生器17d、およびインバータ回路5が起動して動作を開始し、さらには出力リレー6が閉路する。

【0240】

(S19) ゲートパルス発生器17a, 17c, 17dが起動したことにより、コンバ

50

ータ回路 4 a、コンバータ回路 4 c、コンバータ回路 4 d が動作する。またインバータ回路 5 が動作し、出力リレー 6 が閉路することにより、コンバータ回路 4 b が停止した状態でも商用電力系統 2 との連系が実行される。

【0241】

図 1 4 は図 9 に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図である。

【0242】

起動許否判定部 1 6 は、プロセッサ 5 1 と、RAM (Random Access Memory) または ROM (Read Only Memory) で構成されるメモリ 5 2 と、入出力インタフェース 5 3 とにより実現することが可能である。

10

【0243】

プロセッサ 5 1、メモリ 5 2 および入出力インタフェース 5 3 はバス 5 0 に接続され、バス 5 0 を介して、図 8 に示す複数の電圧検出器 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c, 1 3 d、複数の電力演算器 1 4 a, 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d、複数のゲートパルス発生器 1 7、インバータ回路 5、および出力リレー 6 との間における情報または信号の受け渡しを、相互に行うことが可能である。

【0244】

複数のコンバータ起動判定部 1 5 のそれぞれを実現する場合、複数のコンバータ起動判定部 1 5 用のプログラムをメモリ 5 2 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 5 1 が実行することにより、複数のコンバータ起動判定部 1 5 が実現される。

20

【0245】

入出力インタフェース 5 3 は、複数のコンバータ起動判定部 1 5 が電圧値  $V_{sa}$ ,  $V_{sb}$ ,  $V_{sc}$ ,  $V_{sd}$  および電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  を入力する際に利用される。

【0246】

起動判定部 1 9 を実現する場合、起動判定部 1 9 用のプログラムをメモリ 5 2 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 5 1 が実行することにより、起動判定部 1 9 の起動電力演算部 1 8 および起動信号生成部 2 0 が実現される。

【0247】

入出力インタフェース 5 3 は、起動判定部 1 9 の起動信号  $B_s$  を伝送する際に利用される。

30

【0248】

以上に説明したように実施の形態 2 の系統連系インバータ装置 3 によれば、電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値、すなわち系統連系インバータ装置 3 を構成する全ての機器を起動させるために必要な電力値よりも低い場合でも、電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 を構成する一部の機器を起動可能な電力よりも大きい場合には、当該機器を起動できる。

【0249】

特許文献 1, 2 に示す従来技術では電力合計値  $P_s$  が全ての昇圧回路の起動電力の合計値よりも高くなるまで系統連系インバータ装置を起動できない。そのため低日射の状況では、系統連系インバータ装置が起動を開始する時間が長くなり、系統連系インバータ装置が起動を開始するまでに発電された電力を有効利用することができなかった。

40

【0250】

実施の形態 2 の系統連系インバータ装置 3 によれば、低日射の状況における電力合計値  $P_s$  が、一部の機器を起動可能な電力、例えばコンバータ回路 4 a、インバータ回路 5、および出力リレー 6 といった機器を起動可能な電力よりも高い値であれば、当該機器を起動できる。そのため低日射においても特許文献 1, 2 に示す従来技術よりも早く起動でき、より多くの発電電力を有効利用できる。

【0251】

実施の形態 3 .

50

実施の形態 3 に係る系統連系インバータ装置は図 1 に示す系統連系インバータ装置と同様の構成であり、以下では、実施の形態 1 と異なる部分のみ説明する。

【0252】

実施の形態 3 の起動許否判定部 16 は、複数の電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  と、複数の電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  とに基づき、系統連系インバータ装置 3 を商用電力系統 2 に連系させるため、系統連系インバータ装置 3 を起動させるか否かの起動許否判定を行う。具体的には、起動許否判定部 16 は、複数のゲートパルス発生器 17 のそれぞれを起動させるか否かを判定し、インバータ回路 5 を起動させるか否かを判定し、出力リレー 6 を開路状態から閉路状態にするかを判定する。起動許否判定部 16 の判定結果は、起動信号  $B_s$  として複数のゲートパルス発生器 17 のそれぞれと、インバータ回路 5 と、出力リレー 6 とに出力される。

10

【0253】

次に実施の形態 3 の起動許否判定部 16 の構成を詳細に説明する。

【0254】

図 15 は実施の形態 3 に係る起動許否判定部の構成図である。図 15 に示す起動許否判定部 16 は、複数のコンバータ起動判定部 15a , 15b , 15c , 15d と起動判定部 19 とを備える。以下では、複数のコンバータ起動判定部 15a , 15b , 15c , 15d を「複数のコンバータ起動判定部 15」と省略する場合がある。複数のコンバータ起動判定部 15 のそれぞれは、電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  に基づき、複数のコンバータ回路 4 のそれぞれを起動させることが可能か否かを判定する。

20

【0255】

コンバータ起動判定部 15a は、電圧検出器 13a から出力された電圧値  $V_{sa}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15a は、電圧値  $V_{sa}$  がコンバータ回路 4a を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17a を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15a は、この判定結果  $D_a$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0256】

コンバータ起動判定部 15b は、電圧検出器 13b から出力された電圧値  $V_{sb}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15b は、電圧値  $V_{sb}$  がコンバータ回路 4b を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17b を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15b は、この判定結果  $D_b$  を起動判定部 19 へ出力する。

30

【0257】

コンバータ起動判定部 15c は、電圧検出器 13c から出力された電圧値  $V_{sc}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15c は、電圧値  $V_{sc}$  がコンバータ回路 4c を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17c を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15c は、この判定結果  $D_c$  を起動判定部 19 へ出力する。

【0258】

コンバータ起動判定部 15d は、電圧検出器 13d から出力された電圧値  $V_{sd}$  を入力する。コンバータ起動判定部 15d は、電圧値  $V_{sd}$  がコンバータ回路 4d を起動させること、すなわちゲートパルス発生器 17d を起動させることが可能な値の電圧であるかを判定する。コンバータ起動判定部 15d は、この判定結果  $D_d$  を起動判定部 19 へ出力する。

40

【0259】

起動判定部 19 は、複数の電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  と、判定結果  $D_a$  ,  $D_b$  ,  $D_c$  ,  $D_d$  とに基づき、前述した起動許否判定を行う。起動判定部 19 は判定結果を起動信号  $B_s$  として出力する。

【0260】

次に実施の形態 3 の起動許否判定部 16 の構成を詳細に説明する。

50

## 【0261】

図16は図15に示す起動判定部の構成図である。図16に示す起動判定部19は起動電力演算部18と起動信号生成部20とを備える。起動電力演算部18は、複数の判定結果Da, Db, Dc, Ddに基づき、系統連系インバータ装置3の起動に必要な電力値である起動電力値Pを演算する。起動信号生成部20は、複数の判定結果Da, Db, Dc, Ddと複数の電力値Psa, Psb, Psc, Psdと起動電力値Pとに基づき、起動信号Bsを生成する。

## 【0262】

起動電力演算部18および起動信号生成部20における動作を具体的に説明する。

## 【0263】

系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な電力値である起動電力値Pは下記(23)式で求められる。

$$P = P_{ca} + P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc} \cdots (23)$$

## 【0264】

Pca, Pcb, Pcc, Pcdのそれぞれは、複数のコンバータ回路4のそれぞれを起動させるために必要な電力値である。複数のコンバータ回路4のそれぞれの起動に必要な電力値Pca, Pcb, Pcc, Pcdのそれぞれは予め起動判定部19に設定されているものとする。Piは、インバータ回路5を起動させるために必要な電力値である。Petcは、複数のコンバータ回路4およびインバータ回路5以外の図示しない機器であって、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な制御器を起動させるために必要な電力値である。インバータ回路5の起動に必要な電力値Pi、および複数のコンバータ回路4およびインバータ回路5以外の系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値Petcも予め起動判定部19に設定されているものとする。

## 【0265】

起動電力演算部18では上記(23)式により起動電力値Pが求められる。

## 【0266】

起動信号生成部20では、複数の電力値Psa, Psb, Psc, Psdの合計値である電力合計値Psと、起動電力値Pとが比較される。

## 【0267】

下記(24)式に示すように複数の電力値Psa, Psb, Psc, Psdの電力合計値Psが起動電力値Pよりも大きいとき、起動信号生成部20は、系統連系インバータ装置3を起動可能であると判定する。

$$P_s > P \cdots (24)$$

## 【0268】

上記(24)式の関係が満たされれば系統連系インバータ装置3を起動可能である。

## 【0269】

ところが特定のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力が、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力未満である場合、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足する。従って当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力の不足分は、他の太陽電池ストリングの出力電力より賄われることとなる。

## 【0270】

すなわちPsa < Pca、Psb < Pcb、Psc < Pcc、およびPsd < Pcdの何れかの条件を満たすコンバータ回路は、当該コンバータ回路を起動させるために必要な電力が不足している。

## 【0271】

このとき、当該コンバータ回路を動かす電力は、他のコンバータ回路に接続される太陽電池ストリングの出力電力より賄う必要があるため、当該太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できない。

## 【0272】

10

20

30

40

50

また、複数のコンバータ回路のそれぞれに入力される電圧、すなわちそれぞれの太陽電池ストリングの出力電圧が低い場合、太陽電池ストリングへの太陽からの日射が少なく、発電量が小さいと考えられる。

【0273】

そのため、この場合には、複数のコンバータ回路を全て動作させるよりも、一部のコンバータ回路のみを動作させたほうが、コンバータ回路の動作による電力消費が抑えられる。そのため太陽電池ストリングの出力電力を有効利用できる。従って、太陽電池ストリングの出力電圧値である電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  を用いてもコンバータ回路の起動許否を判定することができる。

【0274】

そこで実施の形態3の起動判定部19は、 $V_{smin} > V_{sa}$  ,  $V_{sa} > V_{smax}$  ,  $V_{smin} > V_{sb}$  ,  $V_{sb} > V_{smax}$  ,  $V_{smin} > V_{sc}$  ,  $V_{sc} > V_{smax}$  , および  $V_{smin} > V_{sd}$  ,  $V_{sd} > V_{smax}$  の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させず、 $V_{smin} \leq V_{sa} \leq V_{smax}$  ,  $V_{smin} \leq V_{sb} \leq V_{smax}$  ,  $V_{smin} \leq V_{sc} \leq V_{smax}$  , および  $V_{smin} \leq V_{sd} \leq V_{smax}$  の何れかの条件を満たすコンバータ回路は起動させるように構成されている。

【0275】

また実施の形態3の起動判定部19では、特定の太陽電池ストリングの出力電力が当該太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路を起動させるために必要な電力よりも小さいため、特定の太陽電池ストリングに接続されるコンバータ回路、例えばコンバータ回路4aが起動しない場合、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な電力値は下記(25)式により求められる。

$$P = P_{cb} + P_{cc} + P_{cd} + P_i + P_{etc} \dots (25)$$

【0276】

上記(25)式によれば、コンバータ回路4aを起動させるために必要な電力値分を除いて、系統連系インバータ装置3を起動させるために必要な電力値が求められる。すなわち上記(25)式により求められる起動電力値Pは、上記(23)式により求められる起動電力値Pよりも小さな値となる。

【0277】

従って、上記(23)式により求められる起動電力値Pよりも小さな発電電力値で系統連系インバータ装置3を起動させることができる。上記の例では、ゲートパルス発生器17a , 17b , 17c , 17dとインバータ回路5とが起動し、出力リレー6が閉路する。

【0278】

以上の動作を図17から図19を用いて説明する。

【0279】

図17は実施の形態3の系統連系インバータ装置の起動許否判定部16の起動判定動作に係るフローチャートである。

【0280】

(S1) 複数の電圧検出器13a , 13b , 13c , 13dにより検出された太陽電池ストリング1のそれぞれの出力電圧の電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  が入力される。

【0281】

(S2) コンバータ起動判定部15aは下記(26)式によりコンバータ回路4aが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sa} \leq V_{smax} \dots (26)$$

【0282】

$V_{smin}$  と  $V_{smax}$  はコンバータ回路4aの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。

【0283】

10

20

30

40

50

(S3) 電圧値  $V_{sa}$  が上記(26)式の条件を満たす場合(S2, Yes)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_a$  を起動信号生成部20に出力する。

【0284】

(S4) 電圧値  $V_{sa}$  が上記(26)式の条件を満たさない場合(S2, No)、コンバータ起動判定部15aは、コンバータ回路4aを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_a$  を起動信号生成部20に出力する。

【0285】

(S5) コンバータ起動判定部15bは下記(27)式によりコンバータ回路4bが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sb} \leq V_{smax} \dots (27)$$

【0286】

$V_{smin}$  と  $V_{smax}$  はコンバータ回路4bの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。

【0287】

(S6) 電圧値  $V_{sb}$  が上記(27)式の条件を満たす場合(S5, Yes)、コンバータ起動判定部15bは、コンバータ回路4bを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_b$  を起動信号生成部20に出力する。

【0288】

(S7) 電圧値  $V_{sb}$  が上記(27)式の条件を満たさない場合(S5, No)、コンバータ起動判定部15bは、コンバータ回路4bを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_b$  を起動信号生成部20に出力する。

【0289】

(S8) コンバータ起動判定部15cは下記(28)式によりコンバータ回路4cが起動可能か否かを判断する。

$$V_{smin} \leq V_{sc} \leq V_{smax} \dots (28)$$

【0290】

$V_{smin}$  と  $V_{smax}$  はコンバータ回路4cの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。

【0291】

(S9) 電圧値  $V_{sc}$  が上記(28)式の条件を満たす場合(S8, Yes)、コンバータ起動判定部15cは、コンバータ回路4cを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_c$  を起動信号生成部20に出力する。

【0292】

(S10) 電圧値  $V_{sc}$  が上記(28)式の条件を満たさない場合(S8, No)、コンバータ起動判定部15cは、コンバータ回路4cを起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_c$  を起動信号生成部20に出力する。

【0293】

(S11) コンバータ起動判定部15dは下記(29)式によりコンバータ回路4dが起動可能か否かを判断する。

【0294】

$$V_{smin} \leq V_{sd} \leq V_{smax} \dots (29)$$

【0295】

$V_{smin}$  と  $V_{smax}$  はコンバータ回路4dの動作を許可する電圧範囲の下限値と上限値である。

【0296】

(S12) 電圧値  $V_{sd}$  が上記(29)式の条件を満たす場合(S11, Yes)、コンバータ起動判定部15dは、コンバータ回路4dを起動許可と判定し、起動許可を示す判定結果  $D_d$  を起動信号生成部20に出力する。

【0297】

10

20

30

40

50

(S13) 電圧値  $V_{sd}$  が上記 (29) 式の条件を満たさない場合 (S11, No)、コンバータ起動判定部 15d は、コンバータ回路 4d を起動禁止と判定し、起動禁止を示す判定結果  $D_d$  を起動信号生成部 20 に出力する。

【0298】

(S14) 次に起動電力演算部 18 は、判定結果  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c$ ,  $D_d$  に基づき、起動電力値  $P$  を決定する。

【0299】

図 18 は図 16 に示す起動電力演算部の演算に用いられる第 1 のテーブルを示す図である。図 18 に示す第 1 のテーブル 40 は、起動電力演算部 18 に設定されている。第 1 のテーブル 40 には、複数のコンバータ回路 4 の動作の判定結果  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c$ ,  $D_d$  と起動電力値  $P$  とが対応付けられている。

10

【0300】

コンバータ回路の起動が許可される時、起動電力演算部 18 では、起動が許可されたコンバータ回路を起動させるために必要な電力値  $P_{ca}$ ,  $P_{cb}$ ,  $P_{cc}$ ,  $P_{cd}$  とインバータ回路 5 の起動に必要な電力値  $P_i$  と複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値  $P_{etc}$  とが加算されることにより起動電力値  $P$  が決定される。

【0301】

一例として、コンバータ回路 4a が起動許可であり、コンバータ回路 4b が起動許可であり、コンバータ回路 4c が起動許可であり、コンバータ回路 4d が起動禁止である場合、起動電力値  $P$  は下記 (30) 式により決定される。

20

$$P = P_{ca} + P_{cb} + P_{cc} + P_i + P_{etc} \cdots (30)$$

【0302】

(S15) 次に起動信号生成部 20 は、起動が許可されたコンバータ回路に接続される複数の太陽電池ストリング 1 のそれぞれの電力の電力合計値  $P_s$  を決定する。従って、電力合計値  $P_s$  は、電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  と判定結果  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c$ ,  $D_d$  とにより決定する。

【0303】

図 19 は図 16 に示す起動信号生成部の演算に用いられる第 2 のテーブルを示す図である。図 19 に示す第 2 のテーブル 41 は、起動信号生成部 20 に設定されている。

30

【0304】

第 2 のテーブル 41 には、電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  と判定結果  $D_a$ ,  $D_b$ ,  $D_c$ ,  $D_d$  とが対応付けられている。電力合計値  $P_s$  は、起動が許可されたコンバータ回路 4a, 4b, 4c, 4d に接続された太陽電池ストリングの電力値  $P_{sa}$ ,  $P_{sb}$ ,  $P_{sc}$ ,  $P_{sd}$  と、インバータ回路 5 の起動に必要な電力値  $P_i$  と、複数のコンバータ回路 4 およびインバータ回路 5 以外の系統連系インバータ装置 3 を起動させるために必要な制御器の起動に必要な電力値  $P_{etc}$  との合計値である。

【0305】

一例として、コンバータ回路 4a が起動許可であり、コンバータ回路 4b が起動許可であり、コンバータ回路 4c が起動許可であり、コンバータ回路 4d が起動禁止である場合、電力合計値  $P_s$  は下記 (31) 式により決定される。

40

$$P_s = P_{sa} + P_{sb} + P_{sc} \cdots (31)$$

【0306】

(S16) 次に起動信号生成部 20 は、上記 (30) 式および (31) 式で電力合計値  $P_s$  と起動電力値  $P$  とを比較する。

【0307】

(S17)  $P_s < P$  の場合 (S16, No)、起動信号生成部 20 は、複数のゲートバルス発生器 17、インバータ回路 5、および出力リレー 6 へ起動停止を指示する。そして一定時間待機後、系統連系インバータ装置 3 では S1 の処理を再開する。

【0308】

50

P s P の場合 ( S 1 6 , Y e s )、起動信号生成部 2 0 は、複数のゲートパルス発生器 1 7、インバータ回路 5、および出力リレー 6 へ起動信号 B s を出力する。

【 0 3 0 9 】

( S 1 8 ) 起動信号生成部 2 0 から出力された起動信号 B s により、複数のゲートパルス発生器 1 7 およびインバータ回路 5 が起動して動作を開始し、さらに出力リレー 6 が閉路する。

【 0 3 1 0 】

( S 1 9 ) 複数のゲートパルス発生器 1 7 が起動したことにより、複数のコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d が動作する。またインバータ回路 5 が動作し、出力リレー 6 が閉路することにより、商用電力系統 2 との連系が実行される。

10

【 0 3 1 1 】

ここで、起動されるゲートパルス発生器 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d は、コンバータ起動判定部 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d で起動を許可されたコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d に接続されたものであって、コンバータ起動判定部 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d で起動を禁止されたコンバータ回路 4 a , 4 b , 4 c , 4 d に接続されたゲートパルス発生器 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d は起動されない。上述した例の場合、コンバータ回路 4 a が起動許可の判定がなされ、コンバータ回路 4 b が起動許可の判定がなされ、コンバータ回路 4 c が起動許可の判定がなされ、コンバータ回路 4 d が起動禁止の判定がなされている。そのため、S 1 6 の判定直後はゲートパルス発生器 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c が起動許可され、ゲートパルス発生器 1 7 d が起動禁止となる。

20

【 0 3 1 2 】

さらにゲートパルス発生器 1 7 d については一定時間待機後、起動信号生成部 2 0 は再度、S 1 1、S 1 2、S 1 3 の処理を実施し、ゲートパルス発生器 1 7 d の起動許可の判定を行う。このとき S 1 6 の処理については既にインバータ回路 5 が動作中であるため実施不要となる。

【 0 3 1 3 】

以下では系統連系インバータ装置 3 の動作を具体的な数値を用いて説明する。なお以下で説明する数値は一例であり、系統連系インバータ装置 3 の動作で用いられる数値はこれらに限定されるものではない。

【 0 3 1 4 】

30

具体的な数値例は以下の通りである。

( 1 ) P c a , P c b , P c c , P c d のそれぞれは 1 W である。

( 2 ) P i は 4 0 W、P e t c は 2 0 W、V s m i n は 6 0 V、V s m a x は 4 5 0 V である。

( 3 ) P s a は 1 0 0 W、V s a は 4 0 V である。

( 4 ) P s b は 0 . 5 W、V s b は 4 6 0 V である。

( 5 ) P s c は 5 0 W、V s c は 7 0 V である。

( 6 ) P s d は 7 0 W、V s d は 1 0 0 V である。

【 0 3 1 5 】

図 1 7 に示すフローチャートに従い説明する。

40

【 0 3 1 6 】

( S 1 ) 複数の電圧検出器 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c , 1 3 d により、上記の電圧値 V s a , V s b , V s c , V s d が演算される。

【 0 3 1 7 】

また複数の電力演算器 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d により、上記の電力値 P s a , P s b , P s c , P s d が演算される。

【 0 3 1 8 】

( S 2 ~ S 4 ) V s a は 4 0 V であり、V s m i n は 6 0 V であるため、V s a < V s m i n となり、コンバータ回路 4 a は起動禁止となる。

【 0 3 1 9 】

50

(S5～S7)  $Vsb$  は 460V であり、 $Vsmax$  は 450V であるため、 $Vsb > Vsmax$  となり、コンバータ回路 4b は起動禁止となる。

【0320】

(S8～S10)  $Vsc$  は 70V であるため、 $Vsmin < Vsc < Vsmax$  となり、コンバータ回路 4c は起動許可となる。

【0321】

(S11～S13)  $Vsd$  は 100V であるため、 $Vsmin < Vsd < Vsmax$  となり、コンバータ回路 4d は起動許可となる。

【0322】

(S14) 起動電力演算部 18 は、S2 から S13 において、コンバータ回路 4a 起動禁止、コンバータ回路 4b 起動禁止、コンバータ回路 4c 起動許可、およびコンバータ回路 4d 起動許可という判定により、系統連系インバータ装置 3 の起動電力値  $P$  を決定する。

10

【0323】

起動電力値  $P$  は、 $P = Pcc + Pcd + Pi + Petc$  で得られるため、62W となる。

【0324】

(S15) 次に起動信号生成部 20 は、S2 から S13 において、コンバータ回路 4a 起動禁止、コンバータ回路 4b 起動禁止、コンバータ回路 4c 起動許可、およびコンバータ回路 4d 起動許可という判定により、複数の太陽電池ストリング 1 の電力合計値  $Ps$  を決定する。

20

【0325】

電力合計値  $Ps$  は、 $Ps = Psc + Psd$  で得られるため、120W となる。

【0326】

(S16) 次に起動信号生成部 20 は、S14 および S15 で決定した起動電力値  $P$  および電力合計値  $Ps$  により、系統連系インバータ装置 3 の起動判定を実施する。

【0327】

起動電力値  $P$  は 62W、電力合計値  $Ps$  は 120W であるため  $Ps > P$  となる。

【0328】

(S18) S16 の起動判定結果により、ゲートパルス発生器 17c、ゲートパルス発生器 17d、およびインバータ回路 5 が起動して動作を開始し、さらには出力リレー 6 が閉路する。

30

【0329】

(S19) ゲートパルス発生器 17c、17d が起動したことにより、コンバータ回路 4c、コンバータ回路 4d が動作する。またインバータ回路 5 が動作し、出力リレー 6 が閉路することにより、コンバータ回路 4a およびコンバータ回路 4b が停止した状態でも商用電力系統 2 との連系が実行される。

【0330】

図 20 は図 15 に示す起動許否判定部を実現するためのハードウェア構成例を示す図である。

40

【0331】

起動許否判定部 16 は、プロセッサ 51 と、RAM (Random Access Memory) または ROM (Read Only Memory) で構成されるメモリ 52 と、入出力インタフェース 53 とにより実現することが可能である。

【0332】

プロセッサ 51、メモリ 52 および入出力インタフェース 53 はバス 50 に接続され、バス 50 を介して、図 1 に示す複数の電圧検出器 13a、13b、13c、13d、複数の電力演算器 14a、14b、14c、14d、複数のゲートパルス発生器 17、インバータ回路 5、および出力リレー 6 との間における情報または信号の受け渡しを、相互に行うことが可能である。

50

## 【 0 3 3 3 】

複数のコンバータ起動判定部 1 5 のそれぞれを実現する場合、複数のコンバータ起動判定部 1 5 用のプログラムをメモリ 5 2 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 5 1 が実行することにより、複数のコンバータ起動判定部 1 5 が実現される。

## 【 0 3 3 4 】

入出力インタフェース 5 3 は、複数のコンバータ起動判定部 1 5 が電圧値  $V_{sa}$  ,  $V_{sb}$  ,  $V_{sc}$  ,  $V_{sd}$  および電力値  $P_{sa}$  ,  $P_{sb}$  ,  $P_{sc}$  ,  $P_{sd}$  を入力する際に利用される。

## 【 0 3 3 5 】

起動判定部 1 9 を実現する場合、起動判定部 1 9 用のプログラムをメモリ 5 2 に格納しておき、このプログラムをプロセッサ 5 1 が実行することにより、起動判定部 1 9 の起動電力演算部 1 8 および起動信号生成部 2 0 が実現される。

10

## 【 0 3 3 6 】

入出力インタフェース 5 3 は、起動判定部 1 9 の起動信号  $B_s$  を伝送する際に利用される。

## 【 0 3 3 7 】

以上に説明したように実施の形態 3 の系統連系インバータ装置 3 によれば、電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 の起動に必要な電力値、すなわち系統連系インバータ装置 3 を構成する全ての機器を起動させるために必要な電力値よりも低い場合でも、電力合計値  $P_s$  が系統連系インバータ装置 3 を構成する一部の機器を起動可能な電力よりも大きい場合には、当該機器を起動できる。

20

## 【 0 3 3 8 】

特許文献 1 , 2 に示す従来技術では電力合計値  $P_s$  が全ての昇圧回路の起動電力の合計値よりも高くなるまで系統連系インバータ装置を起動できない。そのため低日射の状況では、系統連系インバータ装置が起動を開始する時間が長くなり、系統連系インバータ装置が起動を開始するまでに発電された電力を有効利用することができなかった。

## 【 0 3 3 9 】

実施の形態 3 の系統連系インバータ装置 3 によれば、低日射の状況における電力合計値  $P_s$  が、一部の機器を起動可能な電力、例えばコンバータ回路 4 a、インバータ回路 5、および出力リレー 6 といった機器を起動可能な電力よりも高い値であれば、当該機器を起動できる。そのため低日射においても特許文献 1 , 2 に示す従来技術よりも早く起動でき、より多くの発電電力を有効利用できる。

30

## 【 0 3 4 0 】

また、複数のコンバータ回路 4 の運転、停止を判断するための電力は 1 W 程度の微小な電力であり、この電力を検出するためには高精度な検出器が必要となる。なお、複数のコンバータ回路以外の系統連系インバータ回路全体の運転可能な電力は数十 W 程度のため、起動許否を判断するための電力の検出精度が低くてもインバータ回路の起動許否を判定可能である。そのため、各昇圧回路の運転、停止を電圧で判断することで、各回路に接続される電流検出器の精度を低くできるコストを安価にすることもできる。

## 【 0 3 4 1 】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

40

## 【 符号の説明 】

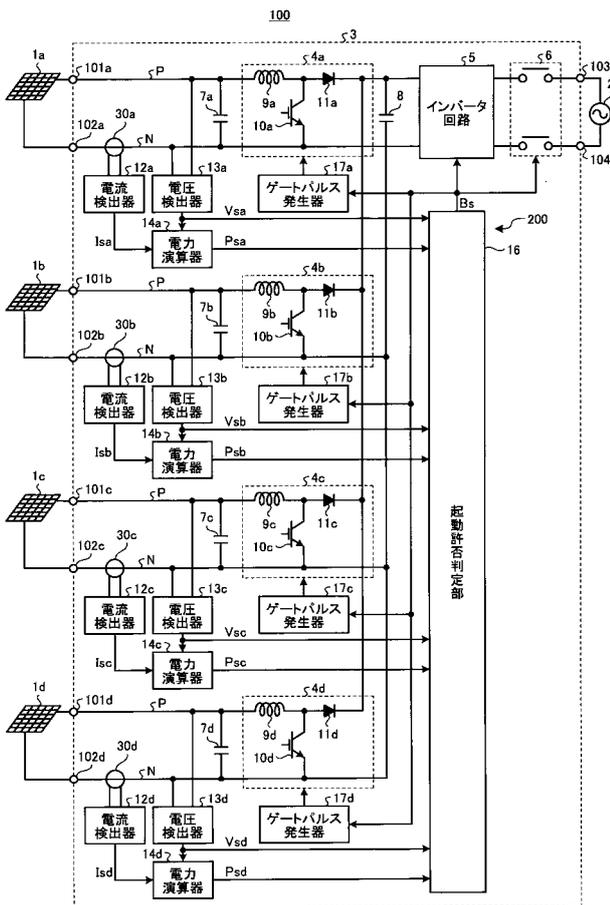
## 【 0 3 4 2 】

1 a , 1 b , 1 c , 1 d 太陽電池ストリング、2 商用電力系統、3 系統連系インバータ装置、4 a , 4 b , 4 c , 4 d コンバータ回路、5 インバータ回路、6 出力リレー、7 a , 7 b , 7 c , 7 d , 8 平滑用コンデンサ、9 a , 9 b , 9 c , 9 d リアクトル、10 a , 10 b , 10 c , 10 d スイッチング素子、11 a , 11 b , 11 c , 11 d ダイオード、12 a , 12 b , 12 c , 12 d 電流検出器、13 a , 13

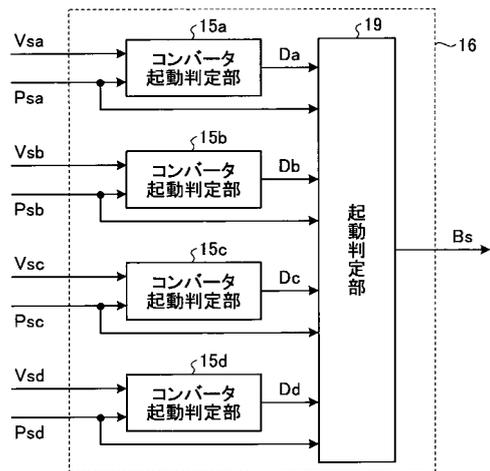
50

b, 13c, 13d 電圧検出器、14a, 14b, 14c, 14d 電力演算器、15a, 15b, 15c, 15d コンバータ起動判定部、16 起動許否判定部、17a, 17b, 17c, 17d ゲートパルス発生器、18 起動電力演算部、19 起動判定部、20 起動信号生成部、30a, 30b, 30c, 30d 電流検出素子、40 第1のテーブル、41 第2のテーブル、100 太陽光発電システム、101a, 101b, 101c, 101d 正極入力端子、102a, 102b, 102c, 102d 負極入力端子、103, 104 系統出力端子、200 制御部。

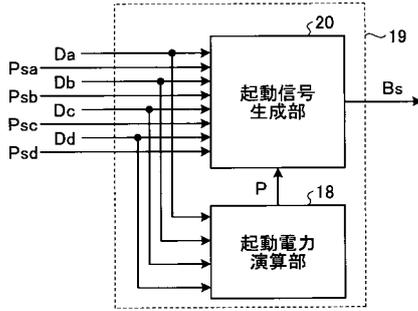
【図1】



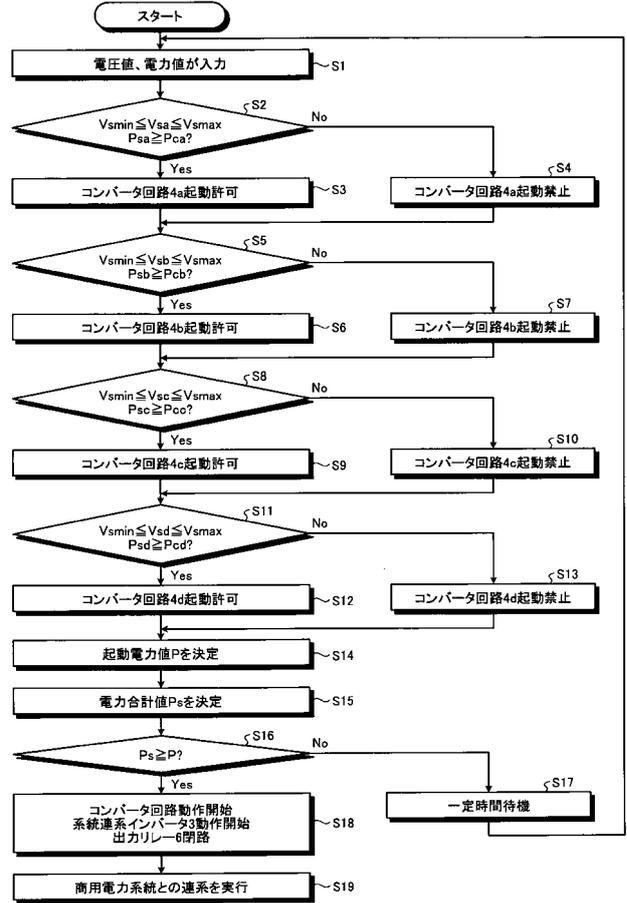
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

40

4a起動 許否Da	4b起動 許否Db	4c起動 許否Dc	4d起動 許否Dd	起動電力値P
許可	許可	許可	許可	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cc}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
許可	許可	許可	禁止	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cc}+P_i+P_{etc}$
許可	許可	禁止	許可	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
許可	許可	禁止	禁止	$P_{ca}+P_{cb}+P_i+P_{etc}$
許可	禁止	許可	許可	$P_{ca}+P_{cc}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
許可	禁止	許可	禁止	$P_{ca}+P_{cc}+P_i+P_{etc}$
許可	禁止	禁止	許可	$P_{ca}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
許可	禁止	禁止	禁止	$P_{ca}+P_i+P_{etc}$
禁止	許可	許可	許可	$P_{cb}+P_{cc}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
禁止	許可	許可	禁止	$P_{cb}+P_{cc}+P_i+P_{etc}$
禁止	許可	禁止	許可	$P_{cb}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
禁止	許可	禁止	禁止	$P_{cb}+P_i+P_{etc}$
禁止	禁止	許可	許可	$P_{cc}+P_{cd}+P_i+P_{etc}$
禁止	禁止	許可	禁止	$P_{cc}+P_i+P_{etc}$
禁止	禁止	禁止	許可	$P_{cd}+P_i+P_{etc}$
禁止	禁止	禁止	禁止	$P_i+P_{etc}$

【 図 6 】

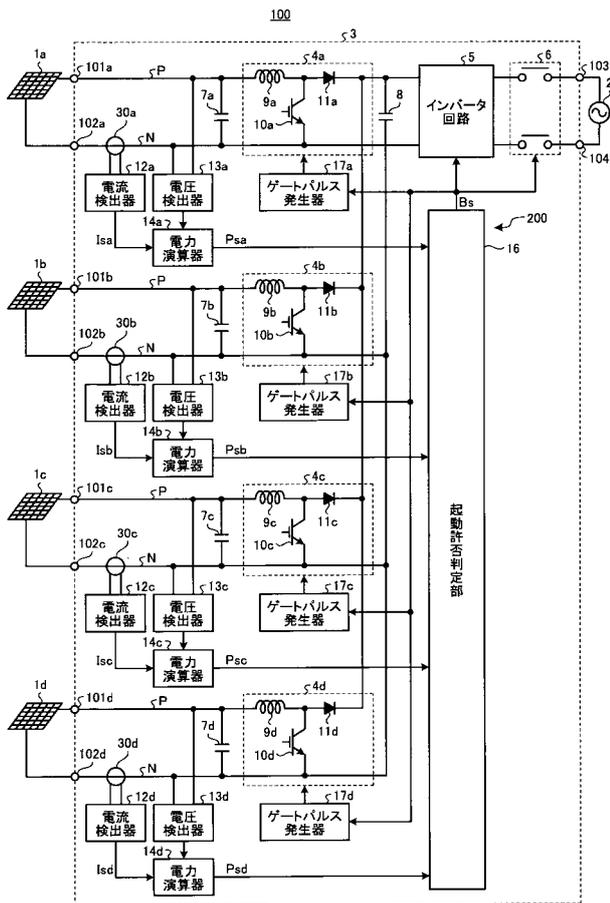
41

4a起動 許否Da	4b起動 許否Db	4c起動 許否Dc	4d起動 許否Dd	電力合計値Ps
許可	許可	許可	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	許可	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}$
許可	許可	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sd}$
許可	許可	禁止	禁止	$P_{sa}+P_{sb}$
許可	禁止	許可	許可	$P_{sa}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	禁止	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sc}$
許可	禁止	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sd}$
許可	禁止	禁止	禁止	$P_{sa}$
禁止	許可	許可	許可	$P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
禁止	許可	許可	禁止	$P_{sb}+P_{sc}$
禁止	許可	禁止	許可	$P_{sb}+P_{sd}$
禁止	許可	禁止	禁止	$P_{sb}$
禁止	禁止	許可	許可	$P_{sc}+P_{sd}$
禁止	禁止	許可	禁止	$P_{sc}$
禁止	禁止	禁止	許可	$P_{sd}$
禁止	禁止	禁止	禁止	0

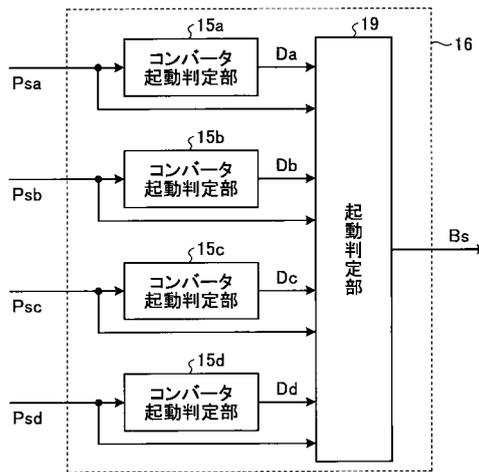
【 図 7 】



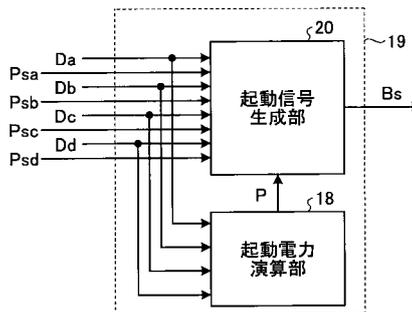
【図 8】



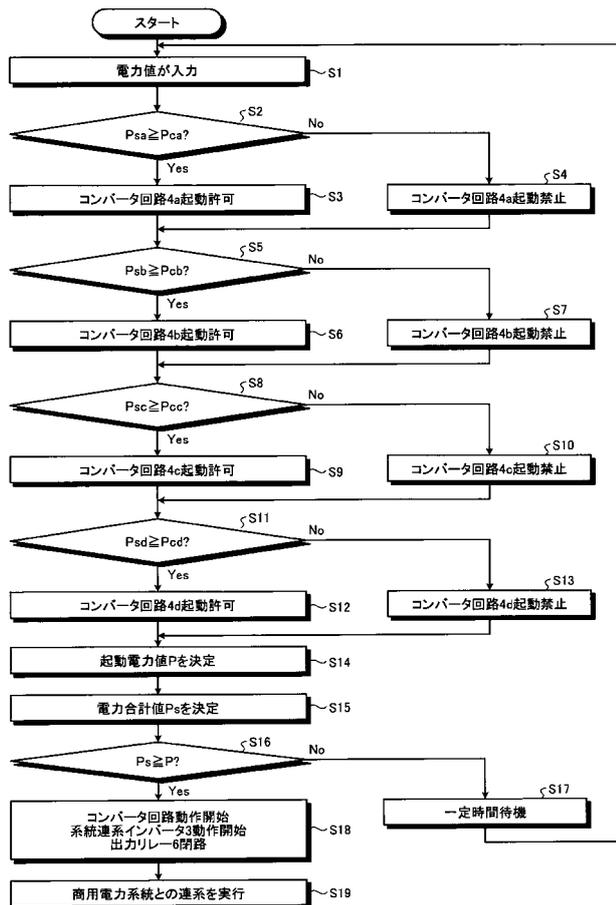
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

40

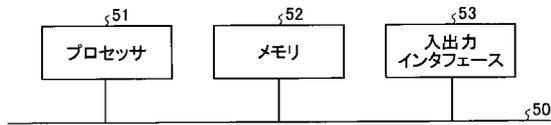
4a起動 許可Da	4b起動 許可Db	4c起動 許可Dc	4d起動 許可Dd	起動電力値P
許可	許可	許可	許可	$Pca+Pcb+Pcc+Pcd+Pi+Petc$
許可	許可	許可	禁止	$Pca+Pcb+Pcc+Pi+Petc$
許可	許可	禁止	許可	$Pca+Pcb+Pcd+Pi+Petc$
許可	許可	禁止	禁止	$Pca+Pcb+Pi+Petc$
許可	禁止	許可	許可	$Pca+Pcc+Pcd+Pi+Petc$
許可	禁止	許可	禁止	$Pca+Pcc+Pi+Petc$
許可	禁止	禁止	許可	$Pca+Pcd+Pi+Petc$
許可	禁止	禁止	禁止	$Pca+Pi+Petc$
禁止	許可	許可	許可	$Pcb+Pcc+Pcd+Pi+Petc$
禁止	許可	許可	禁止	$Pcb+Pcc+Pi+Petc$
禁止	許可	禁止	許可	$Pcb+Pcd+Pi+Petc$
禁止	許可	禁止	禁止	$Pcb+Pi+Petc$
禁止	禁止	許可	許可	$Pcc+Pcd+Pi+Petc$
禁止	禁止	許可	禁止	$Pcc+Pi+Petc$
禁止	禁止	禁止	許可	$Pcd+Pi+Petc$
禁止	禁止	禁止	禁止	$Pi+Petc$

【図13】

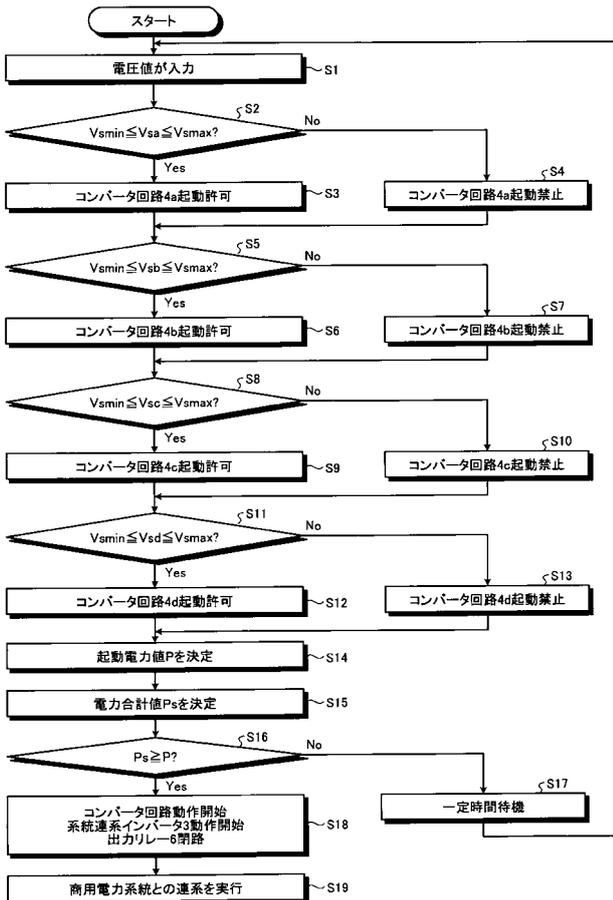
41

4a起動 許否Da	4b起動 許否Db	4c起動 許否Dc	4d起動 許否Dd	電力合計値Ps
許可	許可	許可	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	許可	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}$
許可	許可	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sd}$
許可	許可	禁止	禁止	$P_{sa}+P_{sb}$
許可	禁止	許可	許可	$P_{sa}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	禁止	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sc}$
許可	禁止	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sd}$
許可	禁止	禁止	禁止	$P_{sa}$
禁止	許可	許可	許可	$P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
禁止	許可	許可	禁止	$P_{sb}+P_{sc}$
禁止	許可	禁止	許可	$P_{sb}+P_{sd}$
禁止	許可	禁止	禁止	$P_{sb}$
禁止	禁止	許可	許可	$P_{sc}+P_{sd}$
禁止	禁止	許可	禁止	$P_{sc}$
禁止	禁止	禁止	許可	$P_{sd}$
禁止	禁止	禁止	禁止	0

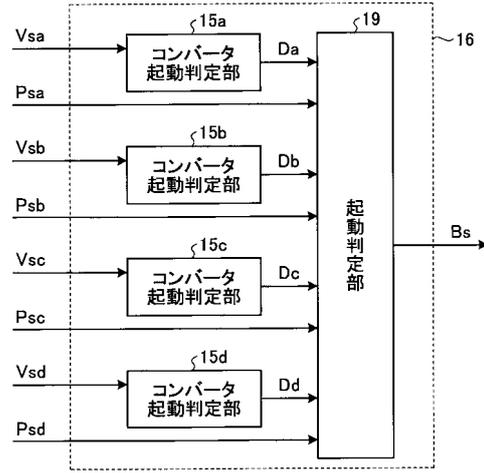
【図14】



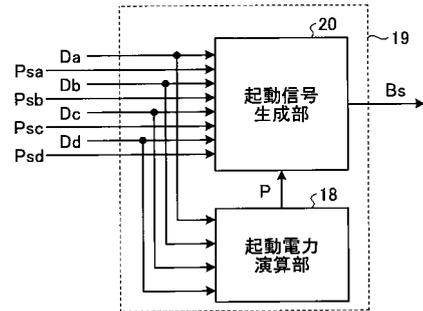
【図17】



【図15】



【図16】



【図18】

40

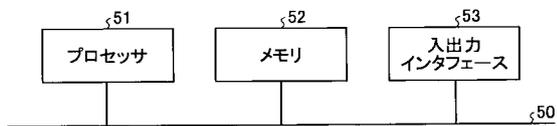
4a起動 許否Da	4b起動 許否Db	4c起動 許否Dc	4d起動 許否Dd	起動電力値P
許可	許可	許可	許可	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cc}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	許可	許可	禁止	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cc}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	許可	禁止	許可	$P_{ca}+P_{cb}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	許可	禁止	禁止	$P_{ca}+P_{cb}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	禁止	許可	許可	$P_{ca}+P_{cc}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	禁止	許可	禁止	$P_{ca}+P_{cc}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	禁止	禁止	許可	$P_{ca}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
許可	禁止	禁止	禁止	$P_{ca}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	許可	許可	許可	$P_{cb}+P_{cc}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	許可	許可	禁止	$P_{cb}+P_{cc}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	許可	禁止	許可	$P_{cb}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	許可	禁止	禁止	$P_{cb}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	禁止	許可	許可	$P_{cc}+P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	禁止	許可	禁止	$P_{cc}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	禁止	禁止	許可	$P_{cd}+P_{ci}+P_{cjc}$
禁止	禁止	禁止	禁止	$P_{ci}+P_{cjc}$

【 図 1 9 】

41

4a起動 許可Da	4b起動 許可Db	4c起動 許可Dc	4d起動 許可Dd	電力合計値Ps
許可	許可	許可	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	許可	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sc}$
許可	許可	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sb}+P_{sd}$
許可	許可	禁止	禁止	$P_{sa}+P_{sb}$
許可	禁止	許可	許可	$P_{sa}+P_{sc}+P_{sd}$
許可	禁止	許可	禁止	$P_{sa}+P_{sc}$
許可	禁止	禁止	許可	$P_{sa}+P_{sd}$
許可	禁止	禁止	禁止	$P_{sa}$
禁止	許可	許可	許可	$P_{sb}+P_{sc}+P_{sd}$
禁止	許可	許可	禁止	$P_{sb}+P_{sc}$
禁止	許可	禁止	許可	$P_{sb}+P_{sd}$
禁止	許可	禁止	禁止	$P_{sb}$
禁止	禁止	許可	許可	$P_{sc}+P_{sd}$
禁止	禁止	許可	禁止	$P_{sc}$
禁止	禁止	禁止	許可	$P_{sd}$
禁止	禁止	禁止	禁止	0

【 図 2 0 】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2016/054483
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H02J1/10(2006.01)i, H02J1/00(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02M7/48 (2007.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J1/10, H02J1/00, H02J3/38, H02M7/48  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5349687 B2 (Mitsubishi Electric Corp.), 20 November 2013 (20.11.2013), paragraphs [0019] to [0055]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2014-158401 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 28 August 2014 (28.08.2014), paragraphs [0051] to [0054]; fig. 5 to 7 (Family: none)	1-5
A	JP 2013-102631 A (Panasonic Corp.), 23 May 2013 (23.05.2013), paragraphs [0020] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 April 2016 (11.04.16)		Date of mailing of the international search report 19 April 2016 (19.04.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/054483

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-147465 A (Canon Inc.), 20 May 2004 (20.05.2004), paragraphs [0063], [0066] to [0068], [0073]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 4 4 8 3									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J1/10(2006.01)i, H02J1/00(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J1/10, H02J1/00, H02J3/38, H02M7/48											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2016年										
日本国実用新案登録公報	1996-2016年										
日本国登録実用新案公報	1994-2016年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 5349687 B2 (三菱電機株式会社) 2013.11.20, 段落【0019】 - 【0055】, 図1-2 (ファミリーなし)	1-5									
A	JP 2014-158401 A (積水化学工業株式会社) 2014.08.28, 段落【0051】 - 【0054】, 図5-7 (ファミリーなし)	1-5									
A	JP 2013-102631 A (パナソニック株式会社) 2013.05.23, 段落【0020】 - 【0023】, 図1 (ファミリーなし)	1-5									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 11.04.2016		国際調査報告の発送日 19.04.2016									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 竹下 翔平	5T 5379								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3568									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2016/054483
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-147465 A (キヤノン株式会社) 2004.05.20, 段落【0063】、【0066】－【0068】、【0073】、図1-3 (ファミリーなし)	1-5

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。