

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3563967号
(P3563967)

(45) 発行日 平成16年9月8日(2004.9.8)

(24) 登録日 平成16年6月11日(2004.6.11)

(51) Int. Cl.⁷

H02J 3/38

F I

H02J 3/38

Q

請求項の数 1 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-185107 (22) 出願日 平成10年6月30日(1998.6.30) (65) 公開番号 特開2000-23366(P2000-23366A) (43) 公開日 平成12年1月21日(2000.1.21) 審査請求日 平成12年11月27日(2000.11.27) 審判番号 不服2003-13644(P2003-13644/J1) 審判請求日 平成15年7月17日(2003.7.17)</p>	<p>(73) 特許権者 000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地 (74) 代理人 100087767 弁理士 西川 恵清 (74) 代理人 100085604 弁理士 森 厚夫 (72) 発明者 後藤 潔 大阪府門真市大字門真1048番地松下電 工株式会社内 (72) 発明者 国本 洋一 大阪府門真市大字門真1048番地松下電 工株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれダイオードが逆並列に接続された複数個のスイッチング素子からなるブリッジ回路を備えるインバータ回路を用いることにより太陽電池から出力される直流電圧を交流電圧に電力変換する分散電源と、負荷に供給する電力を通す幹線と商用電源との間に接続された漏電ブレーカよりなる主幹ブレーカと、インバータ回路と幹線との間に挿入され分散電源と商用電源との系統連系と系統分離とを行なう解列開閉器と、分散電源における地絡を太陽電池 - インバータ回路 - 解列開閉器 - 主幹ブレーカ - 商用電源 - 太陽電池を通る経路の直流の地絡電流により検出する地絡検出手段と、地絡検出手段により分散電源の地絡が検出されると解列開閉器を解列させる機能を有し分散電源の商用電源への系統連系を開始する際にインバータ回路のスイッチング素子のオンオフ動作を開始した後に解列開閉器を閉成して系統連系させる制御部とを備えることを特徴とする太陽光発電システム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、太陽電池を用いて発電する分散電源と商用電源との系統連系を行なうようにした太陽光発電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、太陽電池からなる直流電源を用いインバータ回路により交流電力に電力変換する分

20

分散電源を商用電源に系統連系し、負荷に交流電力を供給するようにした太陽光発電システムが各種提案されている。

【0003】

この種の太陽光発電システムは、たとえば図5に示すように、単相3線の商用電源3に漏電ブレーカよりなる主幹ブレーカ20を介して接続した幹線と分散電源との間に解列開閉器10を介在させてある。負荷4には幹線を通して電力が供給され、負荷4に対して商用電源3と分散電源とのどちらからも電力が供給可能になっている。分岐ブレーカなどは図では省略している。

分散電源は、多数の太陽電池セルを配列してパネル状とした太陽電池1を備え、太陽電池1から出力される直流電圧を昇圧チョッパ回路よりなる昇圧回路5により昇圧し、昇圧回路5の出力電圧をインバータ回路6により交流電圧に電力変換するように構成されている。インバータ回路6の出力はフィルタ回路7を通して解列開閉器10に接続される。このフィルタ回路7によりインバータ回路6から出力されるパルス列が正弦波状に波形整形される。昇圧回路5およびインバータ回路6は、それぞれスイッチング素子52, 61~64を備え、これらのスイッチング素子52, 61~64は制御部8により制御される。ここに、スイッチング素子52, 61~64にはIGBTを用いている。

10

【0004】

ところで、制御部8は各種の異常が検出されたときに、スイッチング素子61~64をオフにしてインバータ回路6の動作を停止させるとともに解列開閉器10を解列させる機能を有している。つまり、異常時には分散電源の動作を停止させて商用電源3に影響を与えないようにする。このような異常の一つには地絡があり、商用電源3側の地絡は主幹ブレーカ20で検出されるが、分散電源での地絡は主幹ブレーカ20では検出することができないから、分散電源には、地絡検出用の電流センサ11を設けてある。電流センサ11の出力は判断回路9に与えられ、判断回路9は電流センサ11の出力に基づいて地絡を検出すると、スイッチング素子61, 63の動作を停止させかつ解列開閉器10を解列させるように制御部8を制御する。つまり、電流センサ11および判断回路9により地絡検出手段が構成される。電流センサ11としてはトロイダル状のコアを備える変流器を用いている。

20

【0005】

たとえば、太陽電池の負側で地絡が生じて図5に抵抗 R_g で示す経路が形成されると、太陽電池1 - 昇圧回路5 - インバータ回路6 - フィルタ回路7 - 解列開閉器10 - 主幹ブレーカ20 - 商用電源3 - 抵抗 R_g - 太陽電池1という経路を通して地絡電流 I_r が流れる。このように地絡電流 I_r が流れると電流センサ11に流れる電流に不平衡が生じるから、電流センサ11の出力に基づいて判断回路9が地絡と判断し、制御部8を通してスイッチング素子61~64をオフにし解列開閉器10を解列させるのである。この種の技術は、たとえば特開平9-285015号公報にも記載されている。

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した太陽光発電システムでは、夜間や雨天のように太陽電池1による発電がほとんど行なわれない期間には、解列開閉器10を解列し、分散電源を商用電源3から系統分離している。一方、夜が明けたり雨が上がったりにして太陽電池1から所定の出力電流が得られるようになると、解列開閉器10を閉成して系統連系状態に移行する。

40

【0007】

系統分離から系統連系に移行する際には、図6における時刻 t_a で昇圧回路5による昇圧動作を開始した後、時刻 t_b において制御部8が解列開閉器10を閉成させる指示を与え、この指示にตอบสนองして時刻 t_c において解列開閉器10を閉成(オン)させる。こうして解列開閉器10がオンになると時刻 t_d において制御部8がインバータ回路6の動作開始を指示し、系統連系運転が開始されるようになっている。つまり、解列開閉器10を閉成させて商用電源3と分散電源との系統連系を開始した後に、インバータ回路6の出力を商用電源3に徐々に同期させるように制御するのである。

50

【0008】

このような動作において、インバータ回路6の動作の開始までに分散電源において地絡が生じていたとすると、解列開閉器10が閉成された時点で解列開閉器10を通る経路で地絡電流 I_r が流れる場合がある。ここに、インバータ回路6は、いわゆるフルブリッジ形のインバータ回路であって、4個のスイッチング素子61～64からなるブリッジ回路を備え、また各スイッチング素子61～64にはそれぞれダイオード65～68が逆並列に接続される。たとえば、図示例でスイッチング素子52, 61～64に用いているIGBTは、インバータ用として6個を1組とし、かつ各IGBTにそれぞれダイオード65～68を逆並列に接続した形でパッケージに収納した形で提供されているものを用いている。

10

【0009】

しかして、インバータ回路6は商用電源3に対して力率を1にするように制御されるのであって、スイッチング素子61～64がオンオフされている期間に分散電源で地絡が生じててもスイッチング素子61～64が商用電源3に同期してオンオフしているから、主幹ブレーカ20では分散電源での漏電が検出されることはない。しかしながら、インバータ回路6が停止している期間に解列開閉器10が閉成すると、地絡電流 I_r の流れる経路として、図5に実線および破線で示すようなダイオード67, 68を通る経路が生じ、この経路において地絡電流 I_r は半波整流されて図7のような脈流状になる。図7における横軸の1目盛は20ms、縦軸の1目盛は50mAである。このような脈流状の電流が主幹ブレーカ20に流れると、主幹ブレーカ20に流れる電流が不平衡になり、主幹ブレーカ20で漏電が検出されて主幹ブレーカ20が遮断されることがある。要するに、分散電源において地絡が生じているにもかかわらず、商用電源3側に設けた主幹ブレーカ10が遮断されて、商用電源3側には何の異常もない場合でも負荷4に電力が供給されなくなるという問題が生じる。たとえば、夜間に分散電源において地絡が生じているとすれば、夜が明けて系統連系運転を開始するために解列開閉器10を閉成すると同時に、主幹ブレーカ20が遮断されることになる。この時点で、分散電源側で直流地絡が検出されていなければ、主幹ブレーカ20を再投入しても再び遮断されることになり、負荷4への電力供給ができなくなるという問題が生じる。

20

【0010】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、分散電源で地絡が生じている状態で解列開閉器を閉成しても商用電源側の主幹ブレーカが遮断されることのない太陽光発電システムを提供することにある。

30

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、それぞれダイオードが逆並列に接続された複数個のスイッチング素子からなるブリッジ回路を備えるインバータ回路を用いることにより太陽電池から出力される直流電圧を交流電圧に電力変換する分散電源と、負荷に供給する電力を通す幹線と商用電源との間に接続された漏電ブレーカよりなる主幹ブレーカと、インバータ回路と幹線との間に挿入され分散電源と商用電源との系統連系と系統分離とを行なう解列開閉器と、分散電源における地絡を太陽電池 - インバータ回路 - 解列開閉器 - 主幹ブレーカ - 商用電源 - 太陽電池を通る経路の直流の地絡電流により検出する地絡検出手段と、地絡検出手段により分散電源の地絡が検出されると解列開閉器を解列させる機能を有し分散電源の商用電源への系統連系を開始する際にインバータ回路のスイッチング素子のオンオフ動作を開始した後に解列開閉器を閉成して系統連系させる制御部とを備えるものである。

40

【0012】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態として説明する回路構成は、従来構成と同様であるが制御手順が異なっている。まず回路構成について具体的に説明する。図1に示すように、商用電源3は単相3線であって漏電ブレーカよりなる主幹ブレーカ20を介して幹線に接続される。負荷4には幹線を通して電力が供給され、また、幹線には解列開閉器10を介して分散

50

電源が接続される。ここに、分岐ブレーカや連系ブレーカは本発明の主旨ではないから図示していないが、一般には幹線から負荷4への分岐点には分岐ブレーカを用い、また幹線と解列開閉器10との間には連系ブレーカが挿入される。

【0013】

分散電源は、太陽電池1を電源とし、昇圧回路5、インバータ回路6、フィルタ回路7を用いて正弦波状の交流電圧を出力するように構成されている。太陽電池1は太陽電池セルを多数配列してパネル状としたものであり、太陽電池1の出力電圧は日射量に応じて変化するが、ここでは出力電圧が0～300Vの範囲で変化する太陽電池1を想定している。分散電源は太陽電池1の出力電圧がたとえば150V以上になる範囲で動作させる。つまり、夜間や雨天など太陽電池1の出力が低下している期間には分散電源は停止させる。この制御は、図示していないが太陽電池1の出力電圧を監視することにより行なっている。

10

【0014】

昇圧回路5は、商用電源3の交流電圧の実効値(200V)の約1.4倍の出力電圧が得られるように昇圧するものであって、太陽電池1の出力端間に接続されたリアクトル51とスイッチング素子52との直列回路を備え、ダイオード53と平滑コンデンサ54との直列回路がスイッチング素子52に並列接続された構成を備える。スイッチング素子52にはIGBTを用いており、ダイオード55が逆並列に接続されている。つまり、昇圧回路5は昇圧チョッパ回路として知られている周知の構成を有し、スイッチング素子52を高周波でオンオフさせ、スイッチング素子52のオン期間に太陽電池1からリアクトル51にエネルギーを蓄積し、スイッチング素子52のオフ期間にリアクトル51に誘起された両端電圧を太陽電池1の出力電圧に加算し、ダイオード53を介して平滑コンデンサ54を充電するように構成されている。したがって、スイッチング素子52のオンオフのデューティ比を制御することによって平滑コンデンサ54の出力電圧が調節可能になる。図示していないが昇圧回路5の出力電圧(平滑コンデンサ54の両端電圧)は制御部8に入力されており、制御部8は昇圧回路5の出力電圧を一定に保つようにスイッチング素子52のオンオフのデューティ比を制御する。

20

【0015】

一方、インバータ回路6は4個のスイッチング素子61～64によるブリッジ回路を構成したものであり、各一对のスイッチング素子61～64からなる直列回路をブリッジ回路の各アームとし、昇圧回路5の平滑コンデンサ54に各アームを並列に接続した構成を有する。また、各スイッチング素子61～64にはそれぞれダイオード65～68が逆並列に接続される。スイッチング素子61～64は、一方のアームのハイサイド(正極側)のスイッチング素子61, 62がオンのときに、他方のアームのローサイド(負極側)のスイッチング素子63, 64がオンになるように制御部8により制御される。また、スイッチング素子61～64のオン期間はPWM制御されており、図2(b)(c)に示すように時間経過に伴って各スイッチング素子61～64のオン期間の幅を変化させることにより、時間積分を正弦波状に変化させている。つまり、制御部8では、図2(a)に示すように、一定周波数の三角波状の基準電圧Vsを発生させるとともに正弦波状に変化する指令電圧Veを発生させ、基準電圧Vsと指令電圧Veとを比較することにより、スイッチング素子61～64をオンにするパルス幅を決定する。

30

40

【0016】

インバータ回路6から出力されるパルス電圧はリアクトルL1, L2とコンデンサC1, C2よりなるフィルタ回路7に入力され、滑らかな正弦波状の電圧波形が得られるようにしてある。ここに、フィルタ回路7の出力電圧波形を商用電源3の電圧位相に一致させるように、制御部8はスイッチング素子61～64のオンオフのタイミングを調節する。つまり、インバータ回路6は商用電源3に対して力率が1に保たれるように制御される。

【0017】

地絡の検出についても従来構成と同様であって、太陽電池1と昇圧回路5との間などの適宜位置に電流センサ11を配置し、電流センサ11の出力を判断回路9に入力することにより地絡が生じているか否かが判断される。つまり、電流センサ11の出力に基づいて判

50

断回路 9 が地絡の発生を検出すると、制御部 8 から解列開閉器 10 に対して解列の指示が与えられ、解列開閉器 10 が解列するとインバータ回路 6 の動作を停止させる。解列開閉器 10 は電磁接触器よりなり幹線に接続される主接点のほかに補助接点を備えているから、補助接点の開閉状態を監視すれば解列開閉器 10 が解列したか否かを判断することができる。

【0018】

一方、夜間等で系統分離している状態から系統連系に移行する際には、図 3 に示すように、制御部 8 は時刻 t a において昇圧回路 5 による昇圧動作を開始させた後、時刻 t b においてインバータ回路 6 のスイッチング素子 61 ~ 64 のオンオフ動作を開始させる。その後、時刻 t c において解列開閉器 10 を閉成させる指示を与えると、時刻 t d において解列開閉器 10 がオンになるのである。ここで、インバータ回路 6 は解列開閉器 10 の閉成前から動作するから、解列開閉器 10 に対して商用電源 3 側において商用電源 3 の状態を監視し、インバータ回路 6 の出力を商用電源 3 に同期させた状態で解列開閉器 10 を閉成させることが必要である。

10

【0019】

上述のように、系統分離状態から系統連系状態への移行の際に、インバータ回路 6 の動作を開始した後に解列開閉器 10 を閉成させるから、解列開閉器 10 の閉成前に分散電源において直流地絡が生じていたとしても、主幹ブレーカ 10 に流れる地絡電流はほぼ直流であって、地絡電流を半波整流した電流は主幹ブレーカ 10 に流れないから、分散電源で生じた地絡によって主幹ブレーカ 10 が遮断されるという誤動作を回避することができる。つまり、図 4 に示すように、地絡電流はわずかに変動する程度のほぼ一定値になり、この電流は直流的であって主幹ブレーカ 10 に内蔵した変流器の出力には現れないから、漏電ブレーカである主幹ブレーカ 10 で、この地絡電流が検出されることはなく、分散電源で生じた地絡によって主幹ブレーカ 10 が遮断されるのを防止することができるのである。図 4 における横軸の 1 目盛は 20 m 秒、縦軸の 1 目盛は 50 mA である。また、図中の G は接地電位を示す。

20

【0020】

【発明の効果】

本発明は、それぞれダイオードが逆並列に接続された複数個のスイッチング素子からなるブリッジ回路を備えるインバータ回路を用いることにより太陽電池から出力される直流電圧を交流電圧に電力変換する分散電源と、負荷に供給する電力を通す幹線と商用電源との間に接続された漏電ブレーカよりなる主幹ブレーカと、インバータ回路と幹線との間に挿入され分散電源と商用電源との系統連系と系統分離とを行なう解列開閉器と、分散電源における地絡を太陽電池 - インバータ回路 - 解列開閉器 - 主幹ブレーカ - 商用電源 - 太陽電池を通る経路の直流の地絡電流により検出する地絡検出手段と、地絡検出手段により分散電源の地絡が検出されると解列開閉器を解列させる機能を有し分散電源の商用電源への系統連系を開始する際にインバータ回路のスイッチング素子のオンオフ動作を開始した後に解列開閉器を閉成して系統連系させる制御部とを備えるものであり、インバータ回路のスイッチング素子をオンオフ動作させた状態で解列開閉器を閉成するから、インバータ回路の停止している状態で商用電源に接続されることがなく、解列開閉器の閉成前に分散電源で直流地絡が生じていたとしても、地絡電流を半波整流した電流は主幹ブレーカに流れず、主幹ブレーカが誤動作するのを防止することができる。要するに分散電源において生じた地絡で主幹ブレーカが動作することがなく、商用電源が正常であるにもかかわらず主幹ブレーカが遮断されるという誤動作を防止することができるのである。

30

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態を示す回路図である。

【図 2】同上の動作説明図である。

【図 3】同上の動作説明図である。

【図 4】同上の動作説明図である。

【図 5】従来例の問題点を示す動作説明図である。

50

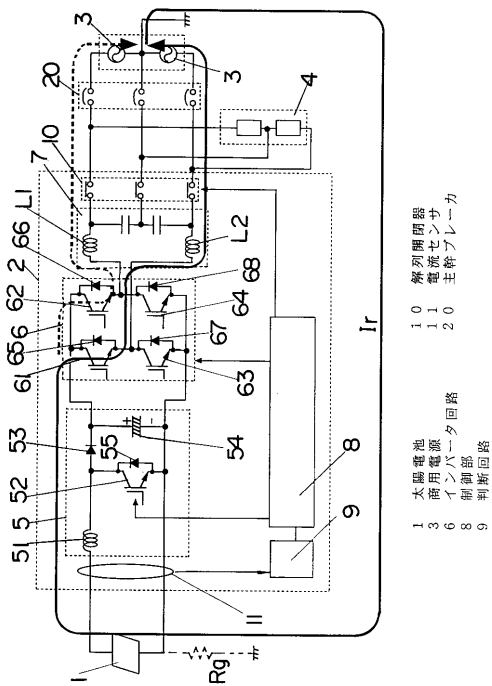
【図6】 同上の動作説明図である。

【図7】 同上の動作説明図である。

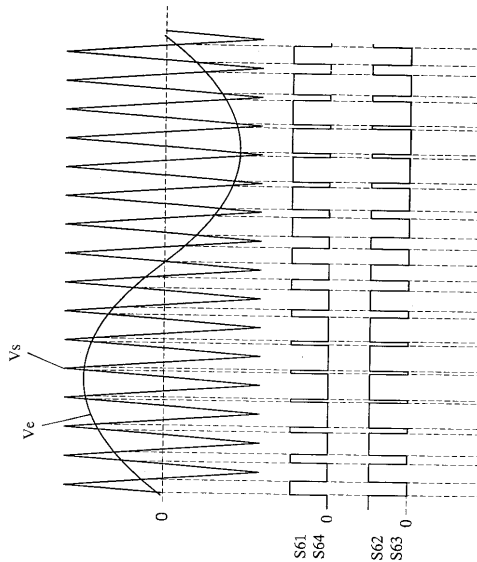
【符号の説明】

- 1 太陽電池
- 3 商用電源
- 6 インバータ回路
- 8 制御部
- 9 判断回路
- 10 解列開閉器
- 11 電流センサ
- 20 主幹ブレーカ

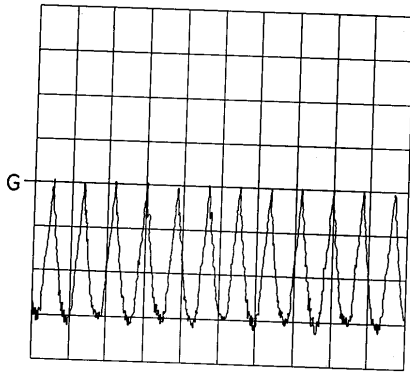
【図1】



【図2】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 小新 博昭
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
- (72)発明者 向井 忠吉
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
- (72)発明者 東浜 弘忠
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
- (72)発明者 湯浅 裕明
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

合議体

- 審判長 三友 英二
審判官 村上 哲
審判官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開平11-252803(JP,A)
特開平9-285015(JP,A)
特開昭61-11830(JP,A)
特開昭58-165622(JP,A)
特開昭57-119680(JP,A)