

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073058号
(P5073058)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 31/04 (2006.01) HO 1 L 31/04 K
 HO 1 L 31/042 (2006.01) HO 1 L 31/04 R

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-519587 (P2010-519587)	(73) 特許権者	000006013 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
(86) (22) 出願日	平成20年7月8日(2008.7.8)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/062349	(72) 発明者	高野 富裕 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
(87) 国際公開番号	W02010/004622	(72) 発明者	藤塚 正史 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
(87) 国際公開日	平成22年1月14日(2010.1.14)	(72) 発明者	西尾 直樹 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
審査請求日	平成22年6月29日(2010.6.29)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽光発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1つ以上を電氣的に直列あるいは並列に接続することで接続単位が構成される太陽電池セルと、

前記接続単位ごとに並列に接続され、前記接続単位の起電圧が所定値以下の時に前記接続単位をバイパスして通電作動するバイパス回路とを備え、

前記接続単位とバイパス回路との組み合わせが1組以上搭載された太陽電池モジュールを1台以上電氣的に直列に接続することで太陽電池ストリングが構成され、前記太陽電池ストリングが1列以上電力線にて並列に接続された太陽光発電装置において、

所定振幅の発信信号を前記電力線に送出する発信回路と、

前記電力線に送出された発信信号を前記太陽電池ストリングを介して受信する受信回路と、

前記バイパス回路に設けられ、前記発信信号の振幅を減衰させる減衰回路とを備えることを特徴とする太陽光発電装置。

【請求項2】

前記受信回路にて受信された発信信号の振幅が所定値以上減衰したことを検知した場合、前記バイパス回路に直流電力が通電したと判定する判定回路を備えることを特徴とする請求項1に記載の太陽光発電装置。

【請求項3】

前記判定回路は、前記受信回路にて受信された発信信号の振幅が所定値以上減衰したこ

とを一定時間以上継続して検知した場合、前記バイパス回路に直流電力が通電したと判定することを特徴とする請求項 2 に記載の太陽光発電装置。

【請求項 4】

前記減衰回路は、

第 1 の接続単位に並列に接続された第 1 のバイパス回路に設けられ、第 1 の周波数を減衰させる第 1 の減衰回路と、

第 2 の接続単位に並列に接続された第 2 のバイパス回路に設けられ、第 2 の周波数を減衰させる第 2 の減衰回路とを備え、

前記発信信号は、前記第 1 の周波数を持つ第 1 の周期信号と、前記第 2 の周波数を持つ第 2 の周期信号を含み、

前記判定回路は、前記受信回路にて受信された第 1 の周期信号の振幅が所定値以上減衰したことを検知した場合、前記第 1 のバイパス回路に直流電力が通電したと判定し、前記受信回路にて受信された第 2 の周期信号の振幅が所定値以上減衰したことを検知した場合、前記第 2 のバイパス回路に直流電力が通電したと判定することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の太陽光発電装置。

10

【請求項 5】

前記発信回路は、前記第 1 の周期信号と前記第 2 の周期信号とを時分割的に前記電力線に送出することを特徴とする請求項 4 に記載の太陽光発電装置。

【請求項 6】

第 1 の太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールのバイパス回路に前記第 1 の減衰回路を設けるとともに、第 2 の太陽電池ストリングを構成する太陽電池モジュールのバイパス回路に前記第 2 の減衰回路を設けた上で、

前記第 1 の太陽電池ストリングに接続された第 1 の電力線に設けられ、前記第 1 の周期信号を通過させるとともに、前記第 2 の周期信号を減衰させる第 3 の減衰回路と、

前記第 2 の太陽電池ストリングに接続された第 2 の電力線に設けられ、前記第 2 の周期信号を通過させるとともに、前記第 1 の周期信号を減衰させる第 4 の減衰回路とをさらに備えることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の太陽光発電装置。

20

【請求項 7】

第 1 の太陽電池ストリングに接続された第 1 の電力線の導通を入り切りする第 1 の開閉器と、

第 2 の太陽電池ストリングに接続された第 2 の電力線の導通を入り切りする第 2 の開閉器と、

前記第 1 の電力線が導通している時に一定時間だけ前記第 2 の電力線の導通が切断され、前記第 2 の電力線が導通している時に一定時間だけ前記第 1 の電力線の導通が切断されるように、前記第 1 および第 2 の開閉器の開閉動作を制御する制御回路とを備えることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の太陽光発電装置。

30

【請求項 8】

前記発信回路は、前記発信信号を定期的にあるいは一時的に一定時間だけ前記電力線に送出することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の太陽光発電装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は太陽光発電装置に関し、特に、所望の電力が得られるように複数の太陽電池セルを用いて構成された太陽光発電装置の故障検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池セルを用いた太陽光発電装置では、所望の電力が得られるようにするため、太陽電池セルが搭載された太陽電池モジュールを直列接続して構成された太陽電池ストリングを並列接続することが行われている。ここで、太陽電池モジュールに搭載された太陽電池セルが故障したり、太陽光が遮られたりして太陽電池セルの起電力が所定値以下となっ

50

た場合、その太陽電池セルに直列接続されている他の太陽電池セルの通電が妨げられるのを防止するために、太陽電池セルが1つ以上電氣的に直列あるいは並列に接続された接続単位ごとにバイパス回路を並列に接続することが行われている。

【0003】

このバイパス回路にはバイパスダイオードが設けられ、太陽電池セルが正常に発電している場合には、その太陽電池セルの起電力がバイパスダイオードに逆バイアス電圧として印加されるようにすることで、バイパスダイオードを遮断状態に保ち、バイパス回路によるバイパス動作を停止させ、バイパス回路を経由させることなく、太陽電池セルから電力を取り出させることができる。

【0004】

そして、太陽電池ストリング内の一部の太陽電池セルに断線や起電力低下などの異常が発生し、その太陽電池セルが正常に発電できなくなると、その太陽電池ストリング内の正常な太陽電池セルからの電流は、異常な太陽電池セルに並列のバイパスダイオードを経由して流れるようにすることで、その異常な太陽電池セルをバイパスさせ、どこか一箇所の太陽電池セルの異常によって太陽電池ストリング内のすべての太陽電池セルが使用不能になるのを防止している。

【0005】

そして、太陽電池セルに故障が発生した場合、その太陽電池セルが搭載された太陽電池モジュールを交換することで、太陽光発電装置の元の発電量を確保することができる。このような太陽電池セルの故障を検知する方法として、バイパス回路への通電作動を検知する

【0006】

方法が知られている。また、太陽電池セルの故障を検知する方法として、並列接続された各太陽電池ストリングの出力電圧を比較し、出力電圧が低い太陽電池ストリング内の太陽電池モジュールのいずれかに異常があると判断する方法がある(特許文献1)。

【0007】

また、バイパス回路の途上に発光ダイオードなどの発光体などを設置し、バイパス回路に電流が流れた場合に発光体を発光させることで、太陽電池パネルの故障や起電力不足を容易に検出する方法がある(特許文献2)。

【0008】

また、バイパス回路の途上に電流検出リレーを設置し、そのリレー動作を通信線を経由して遠隔監視する方法がある(特許文献3)。

【0009】

また、太陽電池モジュールごとに特定周波数発信回路を設け、太陽電池モジュールが正常に発電しているかどうかに応じて、太陽電池モジュール間を接続する電力線に特定周波数の信号を重畳させる方法がある(特許文献4)。すなわち、この方法では、太陽電池モジュールの電圧が一定電圧以上の正常時は、太陽電池モジュールから特定周波数発信回路へ電力供給させることで、特定周波数の信号を電力線に重畳させて発信できるようにし、故障時など太陽電池モジュールの電圧が一定電圧以下になると、特定周波数発信回路への電力供給を停止させることで、特定周波数の信号が電力線に重畳されないようにして発信させ、信号分離手段で特定周波数の信号を電力線から取り出すことで、太陽電池モジュールの故障の有無や起電力不足の有無を判定することができる。

【0010】

また、この方法では、特定周波数発信回路の発信周波数を太陽電池モジュールごとに変えることで、故障や起電力不足の太陽電池モジュールを特定することができる。また、特定周波数発信回路は、太陽電池モジュールが作動している間に常時発信させることなく、30分間隔、1時間間隔、1日間隔等、定期的に信号を発信させることで、発信に要する電力消費を抑制することができる。

【0011】

【特許文献1】特開平08-185235号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平08-97456号公報

【特許文献3】特開平09-102622号公報

【特許文献4】特開2000-269531号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上記従来の特許文献1の技術によれば、太陽電池モジュールのいずれかが不通故障や起電力不足を起こしている場合においても、太陽電池ストリング全体の出力電圧への影響は軽微であり、太陽電池モジュールの個体差、設置場所による日射量の違いや変動などによっても出力電圧は変化する。このため、太陽電池ストリングの出力電圧の変動を監視するだけでは、太陽電池モジュールの不通故障や起電力不足の有無の判別を安定して行うのは困難であるという問題があった。

10

【0013】

また、上記従来の特許文献2の技術によれば、太陽電池パネルの故障や起電力不足を検出するには、発光体による発光を目視確認することが必要となる。このため、太陽電池パネルの故障検出の自動化が難しい上に、太陽電池モジュールが屋根上や遠方に設置されている場合には、発光の目視確認自体が困難となり、太陽電池パネルの故障検出に支障をきたすという問題があった。

【0014】

また、上記従来の特許文献3の技術によれば、バイパス回路ごとに電流検出リレーが必要になるとともに、電流検出リレーの作動を通信する信号線が電力線とは別に必要となり、コストアップを招くという問題があった。

20

【0015】

また、上記従来の特許文献4の技術によれば、特定周波数発信回路および電気的パラメータ検知手段が太陽電池モジュールごとに必要になり、コストアップを招くだけでなく、太陽電池モジュールの正常時に特定周波数発信回路が常時発信するため、消費電力の増大を招くという問題があった。

【0016】

また、この消費電力を抑制するため、定期的に発信させる方法を採用した場合、太陽電池モジュールごとにタイマーや時計を設置したり、発信開始および発信停止を定期的に指令する信号線を太陽電池モジュールごとに接続したりする必要があることから、コストアップを招くという問題があった。

30

【0017】

また、上記従来の特許文献1～4の技術によれば、故障検知動作に必要な電力として、太陽電池モジュールにて発生された発電電力が用いられるため、発電電力が少ない時には、故障検知動作に必要な十分な電力を得ることができなくなり、故障検知動作が不安定になるという問題があった。

【0018】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、太陽電池モジュールにて発生された発電電力をバイパス回路ごとに消費させることなく、太陽電池モジュールの異常を安定して検知することが可能な太陽光発電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】

【0019】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の太陽光発電装置は、1つ以上を電氣的に直列あるいは並列に接続することで接続単位が構成される太陽電池セルと、前記接続単位ごとに並列に接続され、前記接続単位の起電圧が所定値以下の時に前記接続単位をバイパスして通電作動するバイパス回路とを備え、前記接続単位とバイパス回路との組み合わせが1組以上搭載された太陽電池モジュールを1台以上電氣的に直列に接続することで太陽電池ストリングが構成され、前記太陽電池ストリングが1列以上電力線にて並列に接続された太陽光発電装置において、所定振幅の発信信号を前記電力線に送出する発

50

信回路と、前記電力線に送出された発信信号を前記太陽電池ストリングを介して受信する受信回路と、前記バイパス回路に設けられ、前記発信信号の振幅を減衰させる減衰回路とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

この発明によれば、太陽電池モジュールにて発生された発電電力をバイパス回路ごとに消費させることなく、太陽電池モジュールの異常を安定して検知することが可能という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例1の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1の太陽電池セル1のいずれにも故障が発生していない時の周期信号の波形を示す図である。

【図3】図3は、図1の太陽電池セル1のいずれかに故障が発生した時の周期信号の波形を示す図である。

【図4】図4は、図1の発信回路14の構成例を示すブロック図である。

【図5】図5は、図1の減衰回路4の第1の構成例を示すブロック図である。

【図6】図6は、図1の減衰回路4の第2の構成例を示すブロック図である。

【図7】図7は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例2の概略構成を示すブロック図である。

【図8】図8は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例3に適用されるバイパス電力線9の構成例を示すブロック図である。

【図9】図9は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例4の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0022】

- | | | |
|-----------|-----------|----|
| 1 | 太陽電池セル | |
| 2 | 接続単位 | |
| 3 | バイパス回路 | 30 |
| 4、32A、32B | 減衰回路 | |
| 5 | バイパスダイオード | |
| 6 | 太陽電池モジュール | |
| 7A、7B | 太陽電池ストリング | |
| 8、8A、8B | 電力線 | |
| 9A | バイパス電力線 | |
| 10 | 接続箱 | |
| 11 | 交流線 | |
| 12 | インバータ | |
| 13A、13B | 逆流防止ダイオード | 40 |
| 14 | 発信回路 | |
| 15 | 受信回路 | |
| 16 | コイル | |
| 17 | 発信スイッチ | |
| 18 | 周期電源 | |
| 19 | 判定回路 | |
| 30、36 | コンデンサ | |
| 31、37 | 抵抗器 | |
| 33A、33B | 開閉器 | |
| 34、35 | 切換スイッチ | 50 |

4 1 制御回路

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下に、本発明に係る太陽光発電装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例1】

【0024】

図1は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例1の概略構成を示すブロック図である。図1において、太陽光発電装置には、太陽電池モジュール6がそれぞれ電氣的に直列に接続された太陽電池ストリング7A、7Bが設けられている。なお、太陽電池モジュール6は、ハードウェア的な分離単位を構成することができ、太陽電池モジュール6ごとに設置したり交換したりすることができる。

10

【0025】

そして、太陽電池ストリング7A、7Bからは電力線8A、8Bがそれぞれ引き出され、これらの電力線8A、8Bは電力線8に共通に接続されることで、太陽電池ストリング7A、7Bが並列に接続されている。

【0026】

ここで、太陽電池モジュール6には、太陽光で起電される太陽電池セル1およびバイパス回路3が設けられ、1つ以上の太陽電池セル1が電氣的に直列あるいは並列に接続されることで接続単位2が構成されている。そして、接続単位2には、バイパス回路3が並列に接続され、バイパス回路3は、接続単位2の起電圧が所定値以下の時に接続単位2をバイパスして通電作動することができる。

20

【0027】

また、太陽光発電装置には、電力線8をインバータ12に接続する接続箱10、直流を交流に変換するインバータ12が設けられている。そして、電力線8は、接続箱10を介してインバータ12に接続され、インバータ12からは交流を出力する交流線11が引き出されている。ここで、接続箱10には、逆流防止ダイオード13A、13Bが設けられ、逆流防止ダイオード13A、13Bは、太陽電池ストリング7A、7Bの電流流出側にそれぞれ直列に接続されている。

【0028】

30

また、太陽光発電装置には、発信回路14、受信回路15および判定回路19が設けられている。そして、発信回路14は、接続箱10とインバータ12との間において、太陽電池ストリング7A、7Bへの電流流入側の電力線8上に接続され、受信回路15は、接続箱10とインバータ12との間において、太陽電池ストリング7A、7Bへの電流流出側の電力線8上に接続されている。また、判定回路19は、受信回路15に接続されている。

【0029】

ここで、発信回路14は、所定振幅の発信信号を電力線8に送出することができる。なお、発信信号としては、所定の周波数の周期信号を用いることができる。受信回路15は、発信回路14から電力線8に送出された発信信号を太陽電池ストリング7A、7Bを介して受信することができる。なお、受信回路15は、電圧計、電流計、CT変換器などからアナログデジタル変換し、周期信号を検知できるように構成することができる。あるいは、フーリエ変換などのアルゴリズムを使って周期信号を検出するようなものでもよく、スペクトルアナライザなどを用いるようにしてもよい。

40

【0030】

判定回路19は、受信回路15にて受信された発信信号の振幅が所定値以上減衰したことを検知した場合、バイパス回路3に直流電力が通電したと判定することができる。あるいは、判定回路19は、受信回路15にて受信された発信信号の振幅が所定値以上減衰したことを一定時間以上継続して検知した場合、バイパス回路3に直流電力が通電したと判定するようにしてもよい。

50

【 0 0 3 1 】

また、バイパス回路 3 には、減衰回路 4 およびバイパスダイオード 5 が設けられ、減衰回路 4 とバイパスダイオード 5 とは互いに直列に接続されている。そして、減衰回路 4 とバイパスダイオード 5 との直列回路は、バイパスダイオード 5 のカソードが太陽電池セル 1 の電流出側側に接続されるようにして、接続単位 2 に並列に接続されている。ここで、減衰回路 4 は、発信回路 1 4 から電力線 8 上に送出された発信信号の振幅を減衰させることができる。なお、減衰回路 4 としては、例えば、ローパスフィルタやバンドパスフィルタを用いることができる。

【 0 0 3 2 】

ここで、発信回路 1 4 から送出される周期信号は、複数の周波数成分を持たせることができる。なお、周期信号に複数の周波数成分を持たせる場合、これらの周波数成分を時分割的に周期信号に持たせるようにすることができる。

10

【 0 0 3 3 】

そして、減衰回路 4 にて減衰される周期信号の周波数が太陽電池モジュール 6 ごとに互いに異なるように、減衰回路 4 の減衰特性を設定することができる。例えば、太陽電池モジュール 6 の個数に対応するように周期信号の周波数成分の個数を設定することができる。そして、減衰回路 4 にて減衰される周期信号の周波数が太陽電池モジュール 6 ごとに異なるように減衰回路 4 の減衰特性を設定することができる。

【 0 0 3 4 】

あるいは、太陽電池ストリング 7 A、7 B ごとに周期信号の周波数および減衰回路 4 の減衰特性を設定するようにしてもよい。例えば、 F_1 、 F_2 ($F_2 > F_1$) という周波数を周期信号に持たせた上で、周波数 F_1 の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング 7 A の減衰回路 4 の減衰特性を設定し、周波数 F_2 の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング 7 B の減衰回路 4 の減衰特性を設定することができる。

20

【 0 0 3 5 】

なお、以下の説明では、 F_1 、 F_2 という周波数を周期信号に持たせた上で、周波数 F_1 の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング 7 A の減衰回路 4 の減衰特性を設定し、周波数 F_2 の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング 7 B の減衰回路 4 の減衰特性を設定した場合を例にとって説明するが、必ずしも、周期信号に持たせる周波数は 2 種類の周波数に限定されることなく、3 種類の周波数を持たせるようにしてもよく、これに応じて減衰回路 4 の減衰特性を太陽電池ストリング 7 A、7 B ごとあるいは太陽電池モジュール 6 ごとに設定するようにしてもよい。

30

【 0 0 3 6 】

そして、太陽電池セル 1 に太陽光が当たると、太陽電池セル 1 に起電力が発生し、その起電力にて発生した電流が一定の方向に流れるとともに、太陽電池ストリング 7 A、7 B においてそれぞれ直列に接続された太陽電池セル 1 の個数分の直流電圧が、電力線 8 を介してインバータ 1 2 に供給される。そして、電力線 8 を介して直流電圧がインバータ 1 2 に供給されると、その直流電圧がインバータ 1 2 にて交流電圧に変換され、交流線 1 1 を介して出力される。

【 0 0 3 7 】

また、発信回路 1 4 からは、例えば、周波数 F_1 、 F_2 を持つ周期信号が生成され、周波数 F_1 、 F_2 を持つ周期信号が時分割的に電力線 8 上に送出され、電力線 8 A、8 B をそれぞれ介して太陽電池ストリング 7 A、7 B に入力される。

40

【 0 0 3 8 】

そして、太陽電池ストリング 7 A、7 B に入力された周期信号は、太陽電池ストリング 7 A、7 B を通過すると、電力線 8 を介して受信回路 1 5 に入力される。そして、受信回路 1 5 では、発信回路 1 4 から送出された周期信号の減衰量が周波数 F_1 、 F_2 ごとに検知される。

【 0 0 3 9 】

ここで、太陽電池セル 1 に所定値以上の起電力が発生している場合、バイパスダイオー

50

ド5には逆バイアス電圧が印加される。このため、バイパスダイオード5は遮断状態に保たれ、バイパス回路3によるバイパス動作が行われることなく、太陽電池セル1から発生した起電力がインバータ12に供給される。また、バイパスダイオード5が遮断状態に保たれている場合、発信回路14から送出された周期信号は、太陽電池ストリング7A、7Bのいずれの減衰回路4も通過することなく、受信回路15に到達する。このため、受信回路15では、発信回路14から送出された周期信号の減衰量がほぼ0と検知される。そして、発信回路14から送出された周期信号の減衰量がほぼ0と検知された場合、判定回路19は、太陽電池ストリング7A、7Bのいずれのバイパス回路3にも直流電力が通電してないと判定し、太陽電池ストリング7A、7Bのいずれの太陽電池モジュール6にも復旧不能な故障はないと判断する。

10

【0040】

一方、太陽電池ストリング7Aのいずれかの太陽電池モジュール6の太陽電池セル1に断線などの故障が発生した場合、その太陽電池セル1から発生する起電力が所定値以下になる。そして、太陽電池ストリング7Aのいずれかの太陽電池セル1から発生する起電力が所定値以下になると、その太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内のバイパスダイオード5を経由して電流が流れ、故障が発生していない太陽電池セル1から発生した起電力がインバータ12に供給される。

【0041】

また、太陽電池ストリング7Aにおいて、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内のバイパスダイオード5を経由して電流が流れると、そのバイパス回路3内の減衰回路4にも電流が流れ、発信回路14から送出された周期信号は、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4を経由して受信回路15に到達する。

20

【0042】

このため、受信回路15では、発信回路14から送出された周期信号のうち周波数F1の成分については、その減衰量が規定値を超えていると検知されるとともに、周波数F2の成分については、その減衰量がほぼ0と検知される。そして、周期信号の周波数F1の成分の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路19は、太陽電池ストリング7Aのいずれかのバイパス回路3に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング7Aのいずれかの太陽電池モジュール6に復旧不能な故障があると判断する。

30

【0043】

また、太陽電池ストリング7Bのいずれかの太陽電池モジュール6の太陽電池セル1に断線などの故障が発生した場合、その太陽電池セル1から発生する起電力が所定値以下になる。そして、太陽電池ストリング7Bのいずれかの太陽電池セル1から発生する起電力が所定値以下になると、その太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内のバイパスダイオード5を経由して電流が流れ、故障が発生していない太陽電池セル1から発生した起電力がインバータ12に供給される。

【0044】

また、太陽電池ストリング7Bにおいて、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内のバイパスダイオード5を経由して電流が流れると、そのバイパス回路3内の減衰回路4にも電流が流れ、発信回路14から送出された周期信号は、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4を経由して受信回路15に到達する。

40

【0045】

このため、受信回路15では、発信回路14から送出された周期信号のうち周波数F2の成分については、その減衰量が規定値を超えていると検知されるとともに、周波数F1の成分については、その減衰量がほぼ0と検知される。そして、周期信号の周波数F2の成分の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路19は、太陽電池ストリング7Bのいずれかのバイパス回路3に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング7Bのいずれかの太陽電池モジュール6に復旧不能な故障があると判断する。

50

【 0 0 4 6 】

なお、太陽光の日射量が減った場合にも、バイパス回路 3 に直流電力が通電するが、日射量が戻った場合は太陽電池セル 1 が自然に復旧する。このため、太陽光の日射量が減った場合に太陽電池モジュール 6 が故障したと誤判定されるのを防止するために、一定の期間、同一箇所でも継続的にバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定された場合に、太陽電池ストリング 7 A、B のいずれかの太陽電池モジュール 6 に復旧不能な故障があると判断するようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、例えば、太陽電池ストリング 7 A 全体が日陰になったり、太陽電池ストリング 7 A の太陽電池モジュール 6 に故障が発生したりすることで、太陽電池ストリング 7 A にて発生する電圧が低下し、太陽電池ストリング 7 A、7 B 間で電圧差が生じた場合、太陽電池ストリング 7 B から出力された電流が太陽電池ストリング 7 A に逆流する現象が逆流防止ダイオード 1 3 A にて防止される。このため、逆流防止ダイオード 1 3 A を設けることで、太陽電池ストリング 7 A が直流電力を取り出すことができなくなった場合においても、太陽電池ストリング 7 B から直流電力を取り出すことが可能となる。逆流防止ダイオード 1 3 B についても同様である。

【 0 0 4 8 】

これにより、電流検出リレーや特定周波数発信回路などをバイパス回路 3 ごとに設けることなく、太陽電池モジュール 6 の故障を検知することが可能となるとともに、発信回路 1 4 および受信回路 1 5 に電力を供給することで故障の監視を行うことができ、減衰回路 4 に電力を供給する必要がなくなることから、消費電力およびコストの増大を抑制することが可能となるとともに、太陽電池モジュールが屋根上や遠方に設置されている場合においても、太陽電池モジュールの異常を安定かつ容易に検出することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

なお、図 1 の実施例 1 では、太陽電池ストリング 7 A、7 B が 2 列分だけ並列に接続された構成を示したが、太陽電池ストリングの並列数は 2 列に限定されることなく、太陽電池ストリングが 1 列以上並列に接続された構成ならば何列でもよい。また、図 1 の実施例 1 では、接続単位 2 に太陽電池セル 1 を 2 つ設けた構成を示したが、接続単位 2 を構成する太陽電池セル 1 は 2 つに限定されることなく、太陽電池セル 1 を接続単位 2 に 1 つ以上設けた構成ならばいくつでもよい。また、図 1 の実施例 1 では、太陽電池モジュール 6 に接続単位 2 を 2 つ設けた構成を示したが、太陽電池モジュール 6 に設ける接続単位 2 は 2 つに限定されることなく、接続単位 2 を太陽電池モジュール 6 に 1 つ以上設けた構成ならばいくつでもよい。

【 0 0 5 0 】

また、図 1 の実施例 1 では、F 1、F 2 という 2 種類の周波数を周期信号に持たせた上で、周波数 F 1、F 2 の周期信号がそれぞれ減衰されるように太陽電池ストリング 7 A、7 B の減衰回路 4 の減衰特性を設定した場合を例にとって説明したが、太陽電池ストリングが N (N は 1 以上の整数) 本ある場合、F 1 ~ F N という N 種類の周波数を周期信号に持たせた上で、周波数 F 1 ~ F N の周期信号がそれぞれ減衰されるように N 本の太陽電池ストリングの減衰回路 4 の減衰特性を設定するようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

あるいは、太陽電池ストリングが N 本、各太陽電池ストリングに太陽電池モジュールが M (M は 1 以上の整数) 台だけある場合、F 1 1 ~ F M N という M x N 種類の周波数を周期信号に持たせた上で、周波数 F 1 1 ~ F M N の周期信号がそれぞれ減衰されるように M x N 台の太陽電池モジュールの減衰回路 4 の減衰特性を設定するようにしてもよい。

【 0 0 5 2 】

また、インバータ 1 2 または接続箱 1 0 内に発信回路 1 4 および受信回路 1 5 を内蔵するようにしてもよく、複数のインバータ 1 2 が電力線 8 に接続された構成に適用するようにしてもよい。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、図 1 の太陽電池セル 1 のいずれにも故障が発生してない時の周期信号の波形を示す図である。なお、システム電圧 V は、図 1 のインバータ 1 2 に接続された電力線 8 の両端の電圧である。

【 0 0 5 4 】

図 2 において、図 1 の太陽電池セル 1 のいずれにも故障が発生してない場合のシステム電圧 V が V_1 であるとする、周波数 F_1 、 F_2 の周期信号が発信回路 1 4 から電力線 8 に時分割的に送出されることで、時刻 $T_1 \sim T_2$ の間にはシステム電圧 V_1 に対して周波数 F_1 かつ振幅 V_1 の周期信号 2 0 が重畳され、太陽電池ストリング 7 A、7 B に入力されるとともに、時刻 $T_3 \sim T_4$ の間にはシステム電圧 V_1 に対して周波数 F_2 かつ振幅 V_1 の周期信号 2 1 が重畳され、太陽電池ストリング 7 A、7 B に入力される。

10

【 0 0 5 5 】

そして、図 1 の太陽電池セル 1 のいずれにも故障が発生してない場合には、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0、2 1 は、太陽電池ストリング 7 A、7 B のいずれの減衰回路 4 も通過することなく、受信回路 1 5 に到達する。このため、受信回路 1 5 では、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0、2 1 の振幅はほぼ V_1 であると検知され、周期信号 2 0、2 1 の減衰量がほぼ 0 と判定される。そして、発信回路 1 4 から送出された周期信号の減衰量がほぼ 0 と判定された場合、判定回路 1 9 は、バイパス回路 3 に直流電力が通電してないと判定することができ、太陽電池ストリング 7 A、7 B のいずれの太陽電池モジュール 6 にも復旧不能な故障はないと判断することができる。

【 0 0 5 6 】

20

図 3 は、図 1 の太陽電池セル 1 のいずれかに故障が発生した時の周期信号の波形を示す図である。図 3 において、例えば、太陽電池ストリング 7 B のいずれかの太陽電池モジュール 6 の太陽電池セル 1 に断線などの故障が発生した場合、その太陽電池セル 1 から発生する起電力が所定値以下になる。このため、その太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 が通電され、その接続単位 2 からの起電圧がシステム電圧 V に寄与しなくなることから、システム電圧 V が V_1 より低い V_2 になる。

【 0 0 5 7 】

また、故障が発生した太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 が通電すると、そのバイパス回路 3 内の減衰回路 4 にも電流が流れ、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0、2 1 は、その減衰回路 4 による減衰を受けてから受信回路 1 5 に到達する。

30

【 0 0 5 8 】

ここで、太陽電池ストリング 7 B 側の減衰回路 4 の減衰特性は、周波数 F_2 では減衰量が大きく、周波数 F_1 では減衰量が小さくなるように設定されているものとする、受信回路 1 5 では、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0 の振幅は $V_1 a$ 、周期信号 2 1 の振幅は V_2 ($V_1 a > V_2$) であると検知される。

【 0 0 5 9 】

なお、図 1 の実施形態では、太陽電池ストリング 7 A、7 B が 2 並列となっており、周期信号 2 1 は、太陽電池ストリング 7 B の減衰回路 4 を通過して減衰されるが、太陽電池ストリング 7 A の減衰回路 4 を通過しないので減衰されることはない。このため、太陽電池ストリング 7 B の太陽電池セル 1 に故障が発生した時の周期信号 2 1 の振幅 V_2 は、太陽電池ストリング 7 B の太陽電池セル 1 に故障が発生してない時の周期信号 2 1 の振幅 V_1 の半分程度となる。

40

【 0 0 6 0 】

そして、周期信号 2 1 の振幅が V_2 であると検知された結果、周期信号 2 1 の減衰量が規定値を超えていると判定された場合、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 B のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定することができ、太陽電池ストリング 7 B のいずれかの太陽電池モジュール 6 に復旧不能な故障があると判断することができる。

【 0 0 6 1 】

50

また、周期信号 20 の振幅が V_{1a} であると検知された結果、周期信号 20 の減衰量が規定値を超えていないと判定された場合、判定回路 19 は、太陽電池ストリング 7A のいずれのバイパス回路 3 にも直流電力が通電していないと判定することができ、太陽電池ストリング 7A のいずれの太陽電池モジュール 6 にも復旧不能な故障がないと判断することができる。

【0062】

ここで、太陽光の日射量が減った場合などに太陽電池モジュール 6 が故障したと誤判定されるのを防止するために、周期信号 20 では、時刻 T_1 から T_2 の間（時間 $T_2 - T_1$ ）で振幅が連続的に規定値以上減衰していたら、太陽電池ストリング 7A のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定し、周期信号 21 では、時刻 T_3 から T_4 の間（時間 $T_4 - T_3$ ）で振幅が連続的に規定値以上減衰していたら、太陽電池ストリング 7B のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定するようにしてもよい。

10

【0063】

また、このような発信回路 14 での電力線 8 への周期信号の送出自らおよび受信回路 15 での周期信号の検出によるバイパス回路 3 への通電の判別は、太陽光発電装置での発電中に常時実行させるようにしてもよいし、一定時刻ごと、1 時間ごと、1 日ごとなどの定期的にあるいは要求に応じて一時的に実行させるようにしてもよい。

【0064】

また、インバータ 12 などに不図示の通信回路を備えておき、太陽電池モジュール 6 に復旧不能な故障がある、あるいは故障の可能性があるとして判定された場合、その状態情報を、電話線、電力線通信網、無線通信網、インターネットなどの公衆回線を介してメンテナンスを請け負う企業等へ通信するようにしてもよい。あるいはバイパス回路 3 に直流電力が通電しているとの判定情報を定期的にメンテナンスを請け負う企業等に通信して、メンテナンスを請け負う企業等で故障の有無を判定するようにしてもよい。また、メンテナンスを請け負う企業等からの定期的なあるいは不定期な要求に応じて、上記判定情報や判定情報を返信するようにしてもよい。このようにすると、何れの場合も、太陽電池モジュール 6 の交換あるいは詳細な点検などのメンテナンスを的確に無駄なく迅速に行うことが可能となる。

20

【0065】

なお、減衰回路 4 としてローパスフィルタを用いた場合、周波数 F_1 と周波数 F_2 とが近いと、太陽電池ストリング 7A には故障がなく、太陽電池ストリング 7B のみに故障が発生した場合においても、周波数 F_1 、 F_2 の双方が同一の減衰回路 4 にて減衰され、太陽電池ストリング 7A、7B のいずれが故障したのか判別できなくなる。このため、周波数 F_1 と周波数 F_2 との間隔は、減衰回路 4 による周波数 F_1 と周波数 F_2 との減衰量が区別できるように設定することが好ましい。

30

【0066】

また、例えば、太陽電池ストリング 7B の故障が検出され、その太陽電池ストリング 7B のいずれかの太陽電池モジュール 6 を良品に交換した場合においても、太陽電池ストリング 7B の故障が再度検出された場合、その交換された太陽電池モジュール 6 には故障はなく、太陽電池ストリング 7B の他の太陽電池モジュール 6 に故障があると判別することができる。

40

【0067】

なお、異なる太陽電池ストリング 7A、7B 内に同一の周波数の周期信号を減衰する減衰回路 4 を設けると、どの太陽電池ストリング 7A、7B 内でバイパス回路 3 に通電されたかが特定できなくなる。このため、少なくとも太陽電池ストリング 7A、7B ごとに減衰できる周期信号が異なる減衰回路 4 を設けるようにすることで、通電されたバイパス回路 3 を含む太陽電池ストリング 7A、7B を特定することができる。また、太陽電池モジュール 6 ごとに減衰できる周期信号が異なる減衰回路 4 を設けるようにすると、通電されたバイパス回路 3 を含む太陽電池モジュール 6 を特定することができる。

50

【 0 0 6 8 】

図 4 は、図 1 の発信回路 1 4 の構成例を示すブロック図である。図 4 において、発信回路 1 4 には、電力線 8 を覆うように配置されたコイル 1 6、振幅が周期的に変化する電流をコイル 1 6 に供給する周期電源 1 8 およびコイル 1 6 に流れる電流をオン / オフする発信スイッチ 1 7 が設けられている。なお、周期電源 1 8 は、コイル 1 6 に供給する電流の周波数を変化させることができ、例えば、周波数 F 1、F 2 の電流をコイル 1 6 に供給することができる。

【 0 0 6 9 】

そして、発信スイッチ 1 7 は、図 2 の時刻 T 1 ~ T 2 および時刻 T 3 ~ T 4 においてオンするとともに、周期電源 1 8 は、時刻 T 1 ~ T 2 では、電流の周波数を F 1 に設定し、時刻 T 3 ~ T 4 では、電流の周波数を F 2 に設定することができる。

10

【 0 0 7 0 】

そして、時刻 T 1 ~ T 2 では、発信スイッチ 1 7 がオンすることで、周波数 F 1 の電流がコイル 1 6 に供給され、コイル 1 6 の電磁誘導により電力線 8 に周期信号 2 0 が重畳される。また、時刻 T 3 ~ T 4 では、発信スイッチ 1 7 がオンすることで、周波数 F 2 の電流がコイル 1 6 に供給され、コイル 1 6 の電磁誘導により電力線 8 に周期信号 2 1 が重畳される。

【 0 0 7 1 】

なお、図 4 の例では、周期信号 2 0、2 1 を電力線 8 に重畳させるために、1 個の周期電源 1 8 にて周波数 F 1、F 2 の電流を発生させる方法について説明したが、別個の周期電源 1 8 にて周波数 F 1、F 2 の電流を発生させるようにしてもよい。また、発信回路 1 4 は、電磁誘導により周期信号 2 0、2 1 を間接的に電力線 8 に重畳させる構成に限定されることなく、周期信号 2 0、2 1 を直接的に電力線 8 に重畳させる構成でもよく、例えば、電力線 8 の途上に周期的に入り切りするスイッチング素子を設けたり、スイッチング素子を介して別の電源を電力線 8 に接続したりするようにしてもよい。

20

【 0 0 7 2 】

図 5 は、図 1 の減衰回路 4 の第 1 の構成例を示すブロック図である。図 5 において、減衰回路 4 には、コンデンサ 3 0 および抵抗器 3 1 が設けられている。そして、抵抗器 3 1 はバイパスダイオード 5 に直列に接続されるとともに、コンデンサ 3 0 は、抵抗器 3 1 の端子とグランドの間に接続されることで、ローパスフィルタが構成されている。

30

【 0 0 7 3 】

そして、周期信号の周波数を 5 k H z、コンデンサ 3 0 の静電容量を 5 0 μ F、抵抗器 3 1 の抵抗値を 5 とすると、下記の関係式により、減衰回路 4 での周期信号の減衰電圧比は入力電圧の約 1 / 8 位とすることができる。

$$(\text{減衰電圧比}) = 1 / (1 + (2 \times (\text{周波数}) \times (\text{静電容量}) \times (\text{抵抗値}))^2)^{0.5}$$

【 0 0 7 4 】

図 6 は、図 1 の減衰回路 4 の第 2 の構成例を示すブロック図である。図 6 において、減衰回路 4 には、コンデンサ 3 6 および抵抗器 3 7 が設けられている。そして、抵抗器 3 7 はバイパスダイオード 5 に直列に接続されるとともに、コンデンサ 3 6 は、抵抗器 3 7 に並列に接続されることで、ローパスフィルタが構成されている。

40

【 0 0 7 5 】

以上説明したように、この実施例 1 に係る太陽光発電装置によれば、発信回路 1 4 や受信回路 1 5 を電力線 8 の途上に設けるとともに、バイパス回路 3 の途上に簡単な構成の減衰回路 4 を設けることで、太陽光発電装置の故障検出を実現することができる。このため、故障検出部の配置が自在で、設置も容易になるとともに、安価で容易に故障検出を実現することができる上、周期信号を常に確実に電力線 8 に重畳でき、バイパス回路 3 への直流電力の通電作動を安定かつ確実に検出することができる。

【 0 0 7 6 】

また、受信回路 1 5 で受信した周期信号の振幅が所定振幅から一定以上減衰したことを

50

一定時間以上継続して検知した時にバイパス回路 3 に直流電力が通電したと判定することで、瞬間的なノイズなどによる誤判定を抑制でき、バイパス回路 3 への直流電力の通電作動の判定精度を向上させることができる。

【 0 0 7 7 】

また、周期信号を定期的にあるいは一時的に一定時間だけ発信回路 1 4 で発信させ、その間に受信回路 1 5 で受信した周期信号の振幅が所定振幅から一定以上減衰した時にバイパス回路 3 に直流電力が通電したと判定することで、周期信号の生成に要する電力消費を抑制できる。

【 0 0 7 8 】

また、複数の周波数の周期信号を電力線 8 に重畳させるとともに、それらの周期信号の周波数に応じた減衰回路 4 の減衰帯域をバイパス回路 3 ごとに異ならせることで、直流電力が通電作動したバイパス回路 3 を容易に特定することができ、故障の発生した太陽電池モジュール 6 を容易に特定することが可能となる。

【 0 0 7 9 】

また、複数の周波数の周期信号を時間的に分離して電力線 8 に重畳させることで、複数の周波数を同時に重畳した場合に比べて、周期信号の分離や識別を容易化することができ、バイパス回路 3 への直流電力の通電作動の判定精度を向上させることが可能となるとともに、直流電力が通電作動したバイパス回路 3 の特定をより容易化することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、上述した実施例 1 では、減衰回路 4 としてローパスフィルタを用いる方法について説明したが、一定周波数未満の周期信号を減衰するハイパスフィルタや、一定範囲の周波数の周期信号だけを通過させるバンドパスフィルタなど、周期信号を減衰できれば、どのような減衰回路を用いるようにしてもよい。

【 0 0 8 1 】

また、上述した実施例 1 では、時間的に分離して複数の周波数の周期信号を電力線 8 に重畳させる方法について説明したが、複数の周波数の周期信号を時間的に分離することなく、複数の周波数を多重化させた周期信号を電力線 8 に重畳させるようにしてもよい。これにより、バイパス回路 3 への直流電力の通電作動の判定時間を短くすることが可能となる上、同一の時刻に判定することができ、日射などの条件の変動を受けにくくすることが可能となることから、判別精度を向上させることができる。

【 0 0 8 2 】

また、上述した実施例 1 では、周期信号として正弦波状の信号を用いる方法について説明したが、周期信号は正弦波状の信号に限らず、三角波や矩形波であってもよい。また、周期信号は、中心電圧から上下に均一に振幅する波ではなく、上または下の一方に振幅する半波であってもよい。

【 0 0 8 3 】

また、上述した実施例 1 では、発信回路 1 4 や受信回路 1 5 を電力線 8 に常時付設させる方法について説明したが、周期信号を重畳させたり、受信したりする時だけ発信回路 1 4 や受信回路 1 5 を一時的に電力線 8 に付設するようにしてもよい。例えば、太陽光発電装置の点検運転時のみに発信回路 1 4 や受信回路 1 5 を電力線 8 に一時的に付設するようにしてもよい。

【 実施例 2 】

【 0 0 8 4 】

図 7 は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例 2 の概略構成を示すブロック図である。図 7 において、この太陽光発電装置には、図 1 の太陽光発電装置の構成に加え、減衰回路 3 2 A、3 2 B が設けられている。なお、減衰回路 3 2 A、3 2 B としては、一定範囲の周波数の周期信号だけを通過させるバンドパスフィルタを用いることができる。ここで、減衰回路 3 2 A は、太陽電池ストリング 7 A への電流流入側の電力線 8 A 上に接続され、減衰回路 3 2 B は、太陽電池ストリング 7 B への電流流入側の電力線 8 B 上に接続されている。そして、減衰回路 3 2 A、3 2 B 間で通過できる周期信号の周波数帯域を異ならせ

10

20

30

40

50

ることができ、減衰回路 3 2 A は、太陽電池ストリング 7 A 側の減衰回路 4 で減衰される周期信号の周波数帯域のみを通過させ、減衰回路 3 2 B は、太陽電池ストリング 7 B 側の減衰回路 4 で減衰される周期信号の周波数帯域のみを通過させることができる。

【 0 0 8 5 】

例えば、図 2 の周波数 F 1、F 2 の周期信号 2 0、2 1 が発信回路 1 4 から電力線 8 に送出され、太陽電池ストリング 7 A 側の減衰回路 4 は、周波数 F 1 の周期信号が減衰されるように減衰特性が設定され、太陽電池ストリング 7 B 側の減衰回路 4 は、周波数 F 2 の周期信号が減衰されるように減衰特性が設定されているものとする。この場合、減衰回路 3 2 A では、周波数 F 1 の周期信号をなるべく減衰させないようにして周波数 F 2 の周期信号が減衰されるように減衰特性を設定し、減衰回路 3 2 B では、周波数 F 2 の周期信号をなるべく減衰させないようにして周波数 F 1 の周期信号が減衰されるように減衰特性を設定することができる。

10

【 0 0 8 6 】

なお、太陽電池ストリング 7 A、7 B にそれぞれ複数含まれる減衰回路 4 で減衰される周期信号の周波数範囲は重複させることなく、完全に分離させることが望ましい。

【 0 0 8 7 】

そして、図 2 の周波数 F 1、F 2 を持つ周期信号 2 0、2 1 が発信回路 1 4 から電力線 8 上に送出されると、減衰回路 3 2 A において、周波数 F 2 の周期信号 2 1 が減衰され、周波数 F 1 の周期信号 2 0 が主として電力線 8 A を介して太陽電池ストリング 7 A に入力されるとともに、減衰回路 3 2 B において、周波数 F 1 の周期信号 2 0 が減衰され、周波数 F 2 の周期信号 2 1 が主として電力線 8 B を介して太陽電池ストリング 7 B に入力される。

20

【 0 0 8 8 】

そして、太陽電池ストリング 7 A、7 B のいずれの太陽電池セル 1 にも故障がない場合、太陽電池ストリング 7 A に入力された周期信号 2 0 は、減衰回路 4 を通ることなく、太陽電池ストリング 7 A を通過し、電力線 8 を介して受信回路 1 5 に入力されるとともに、太陽電池ストリング 7 B に入力された周期信号 2 1 は、減衰回路 4 を通ることなく、太陽電池ストリング 7 B を通過し、電力線 8 を介して受信回路 1 5 に入力される。そして、受信回路 1 5 において、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0、2 1 の減衰量が減衰回路 3 2 A、3 2 B による減衰分を除いてほぼ 0 と検知されると、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 A、7 B のいずれのバイパス回路 3 にも直流電力が通電していないと判定し、太陽電池ストリング 7 A、7 B のいずれの太陽電池モジュール 6 にも復旧不能な故障はないと判断する。

30

【 0 0 8 9 】

一方、太陽電池ストリング 7 A のいずれかの太陽電池モジュール 6 の太陽電池セル 1 に断線などの故障が発生した場合、その太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 内の減衰回路 4 が導通する。このため、減衰回路 3 2 A を通過した周波数 F 1 の周期信号 2 0 は、故障が発生した太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 内の減衰回路 4 を経由して受信回路 1 5 に到達する。

40

【 0 0 9 0 】

一方、太陽電池ストリング 7 B 側の電力線 8 B では、周波数 F 1 の周期信号 2 0 は、減衰回路 3 2 B にて減衰されていることから、太陽電池ストリング 7 B 側の電力線 8 B を経由して受信回路 1 5 に到達する周波数 F 1 の周期信号 2 0 はほとんど無視することができる。

【 0 0 9 1 】

このため、受信回路 1 5 では、減衰回路 3 2 A を通過した周波数 F 1 の周期信号 2 0 は、その減衰量が規定値を超えていると検知される。そして、周波数 F 1 の周期信号 2 0 の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 A のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング

50

7 Aのいずれかの太陽電池モジュール6に復旧不能な故障があると判断する。

【0092】

また、太陽電池ストリング7 Bのいずれかの太陽電池モジュール6の太陽電池セル1に断線などの故障が発生した場合、その太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4が導通する。このため、減衰回路3 2 Bを通過した周波数F 2の周期信号2 1は、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4を経由して受信回路1 5に到達する。

【0093】

一方、太陽電池ストリング7 A側の電力線8 Aでは、周波数F 2の周期信号2 1は、減衰回路3 2 Aにて減衰されていることから、太陽電池ストリング7 A側の電力線8 Aを経由して受信回路1 5に到達する周波数F 2の周期信号2 1はほとんど無視することができる。

10

【0094】

このため、受信回路1 5では、減衰回路3 2 Bを通過した周波数F 2の周期信号2 1は、その減衰量が規定値を超えていると検知される。そして、周波数F 2の周期信号2 1の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路1 9は、太陽電池ストリング7 Bのいずれかのバイパス回路3に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング7 Bのいずれかの太陽電池モジュール6に復旧不能な故障があると判断する。

【0095】

これにより、太陽電池ストリング7 A、7 Bに対して発信回路1 4を共通に設けた場合においても、太陽電池ストリング7 A、7 Bにそれぞれ入力される周期信号の周波数帯を互いに異ならせることができ、太陽電池ストリング7 A、7 Bをそれぞれ通過した同一周波数帯の周期信号が受信回路1 5で混合されるのを低減することができる。このため、例えば、太陽電池ストリング7 Aに含まれる減衰回路4を含むバイパス回路3が通電作動した時に受信回路1 5で検知できる周期信号2 0の減衰率をより大きくすることができ、バイパス回路3への直流電力の通電作動の判定を太陽電池ストリング7 A、7 Bごとに分離して行うことが可能となることから、特に、太陽電池ストリングが多数並列接続されている時に、故障検出の判定精度を向上させることができる。

20

【実施例3】

【0096】

図8は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例3に適用されるバイパス電力線9 Aの構成例を示すブロック図である。図8において、減衰回路3 2 Aの入力側および出力側には、電力線8 A上で減衰回路3 2 Aをバイパスさせる切換スイッチ3 4、3 5およびバイパス電力線9 Aがそれぞれ設けられている。なお、減衰回路3 2 Bについても同様の構成を設けることができる。

30

【0097】

そして、太陽電池ストリング7 A、7 Bに周期信号2 0、2 1を送出させる場合、切換スイッチ3 4、3 5を減衰回路3 2 A、3 2 B側に切り替えることにより、減衰回路3 2 A、3 2 Bを一時的に通電させることができる。

40

【0098】

これにより、太陽電池セル1の故障の検査を行うときだけ、減衰回路3 2 A、3 2 Bを通電させることができ、減衰回路3 2 A、3 2 Bが常時通電されるのを防止することが可能となることから、通電ロスを抑制することが可能となるとともに、回路の劣化を防止することができる。

【0099】

なお、図7の発信回路1 4や受信回路1 5についても、発信回路1 4および受信回路1 5を電力線8 A上でバイパスさせる切換スイッチおよびバイパス電力線をそれぞれ設け、太陽電池ストリング7 A、7 Bに周期信号2 0、2 1を送出させる場合、発信回路1 4および受信回路1 5側に切換スイッチを切り替えることにより、発信回路1 4および受信回路

50

15を一時的に通電させるようにしてもよい。

【実施例4】

【0100】

図9は、本発明に係る太陽光発電装置の実施例4の概略構成を示すブロック図である。図9において、この太陽光発電装置には、図1の太陽光発電装置の構成に加え、開閉器33A、33Bおよび開閉器33A、33Bの開閉制御を行う制御回路41が設けられている。なお、開閉器33A、33Bとしては、機械的なスイッチを用いるようにしてもよく、トランジスタなどの電子的なスイッチング素子を用いるようにしてもよい。ここで、開閉器33Aは、太陽電池ストリング7Aへの電流流入側の電力線8A上に接続され、開閉器33Bは、太陽電池ストリング7Bへの電流流入側の電力線8B上に接続されている。なお、開閉器33Aは、太陽電池ストリング7Aへの電流流出側の電力線8A上に接続し、開閉器33Bは、太陽電池ストリング7Bへの電流流出側の電力線8B上に接続するようにしてもよい。

10

【0101】

また、開閉器33A、33Bを設けた場合、発信回路14から送出される周期信号には、単一の周波数成分のみを持たせるようにしてもよく、また、太陽電池ストリング7A、7B間において、減衰特性が同じ減衰回路4を用いるようにしてもよい。例えば、図2のF1という周波数を周期信号に持たせた上で、周波数F1の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング7A、7Bの減衰回路4の減衰特性を共通に設定することができる。

【0102】

20

また、開閉器33A、33Bを設けた場合、発信回路14から送出される発信信号は、必ずしも周期信号に限定されることなく、単一または複数の非周期的なパルス信号などであってもよい。この場合、減衰回路4は、パルス信号を減衰させるローパスフィルタなどから構成することができる。

【0103】

そして、制御回路41は、通常の状態にある場合、開閉器33A、33Bを全て閉にさせ、電力線8A、8Bを導通状態にする。一方、太陽電池ストリング7A、7Bのバイパス回路3の通電作動を判定する場合、制御回路41は、電力線8A、8B上にそれぞれ設けられているいずれか1つの開閉器33A、33Bのみを閉にさせることで、いずれか1本の電力線8A、8Bのみを導通状態にする。

30

【0104】

例えば、太陽電池ストリング7Aのバイパス回路3の通電作動を判定する場合、制御回路41は、開閉器33Aを閉、開閉器33Bを開にさせる。

【0105】

そして、図2の周波数F1を持つ周期信号20が発信回路14から電力線8上に送出されると、周期信号20は、開閉器33Aを介して太陽電池ストリング7Aに入力される。

【0106】

そして、太陽電池ストリング7Aのいずれかの太陽電池セル1にも故障がない場合、太陽電池ストリング7Aに入力された周期信号20は、減衰回路4を通ることなく、太陽電池ストリング7Aを通過し、電力線8を介して受信回路15に入力される。そして、受信回路15において、発信回路14から送出された周期信号20の減衰量がほぼ0と検知されると、判定回路19は、太陽電池ストリング7Aのいずれのバイパス回路3にも直流電力が通電してないと判定し、太陽電池ストリング7Aのいずれの太陽電池モジュール6にも復旧不能な故障はないと判断する。

40

【0107】

一方、太陽電池ストリング7Aのいずれかの太陽電池セル1に故障が発生した場合、その太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4が導通する。このため、発信回路14から送出された周波数F1の周期信号20は、故障が発生した太陽電池セル1にて構成される接続単位2に並列に接続されているバイパス回路3内の減衰回路4を経由して受信回路15に到達する。

50

【 0 1 0 8 】

そして、減衰回路 4 を経由した周波数 F 1 の周期信号 2 0 が受信回路 1 5 に到達すると、受信回路 1 5 において、周波数 F 1 の周期信号 2 0 の減衰量が規定値を超えていると検知される。そして、周波数 F 1 の周期信号 2 0 の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 A のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング 7 A のいずれかの太陽電池モジュール 6 に復旧不能な故障があると判断する。

【 0 1 0 9 】

ここで、太陽電池ストリング 7 A のバイパス回路 3 の通電作動を判定する場合、開閉器 3 3 B は開にされているので、周波数 F 1 の周期信号 2 0 が太陽電池ストリング 7 B 側の電力線 8 B を経由して受信回路 1 5 に到達するのを防止することができる。このため、太陽電池ストリング 7 A、7 B に対して発信回路 1 4 および受信回路 1 5 を共通に設けた場合においても、太陽電池ストリング 7 A、7 B をそれぞれ通過した周波数 F 1 の周期信号 2 0 が受信回路 1 5 で混合されるのを低減することができ、バイパス回路 3 への直流電力の通電作動の判定を太陽電池ストリング 7 A、7 B ごとに分離して行うことが可能となることから、故障検出の判定精度を向上させることができる。また、太陽電池ストリング 7 A、7 B ごとに周期信号の周波数を変える必要がなくなることから、より安価な構成とすることができる。

10

【 0 1 1 0 】

また、太陽電池ストリング 7 B のバイパス回路 3 の通電作動を判定する場合、制御回路 4 1 は、開閉器 3 3 A を開、開閉器 3 3 B を閉にさせる。

20

【 0 1 1 1 】

そして、図 2 の周波数 F 1 を持つ周期信号 2 0 が発信回路 1 4 から電力線 8 上に送出されると、周期信号 2 0 は、開閉器 3 3 B を介して太陽電池ストリング 7 B に入力される。

【 0 1 1 2 】

そして、太陽電池ストリング 7 B のいずれかの太陽電池セル 1 にも故障がない場合、太陽電池ストリング 7 B に入力された周期信号 2 0 は、減衰回路 4 を通ることなく、太陽電池ストリング 7 B を通過し、電力線 8 を介して受信回路 1 5 に入力される。そして、受信回路 1 5 において、発信回路 1 4 から送出された周期信号 2 0 の減衰量がほぼ 0 と検知されると、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 B のいずれのバイパス回路 3 にも直流電力が通電してないと判定し、太陽電池ストリング 7 B のいずれの太陽電池モジュール 6 にも復旧不能な故障はないと判断する。

30

【 0 1 1 3 】

一方、太陽電池ストリング 7 B のいずれかの太陽電池セル 1 に故障が発生した場合、その太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 内の減衰回路 4 が導通する。このため、発信回路 1 4 から送出された周波数 F 1 の周期信号 2 0 は、故障が発生した太陽電池セル 1 にて構成される接続単位 2 に並列に接続されているバイパス回路 3 内の減衰回路 4 を経由して受信回路 1 5 に到達する。

【 0 1 1 4 】

そして、減衰回路 4 を経由した周波数 F 1 の周期信号 2 0 が受信回路 1 5 に到達すると、受信回路 1 5 において、周波数 F 1 の周期信号 2 0 の減衰量が規定値を超えていると検知される。そして、周波数 F 1 の周期信号 2 0 の減衰量が規定値を超えていると検知された場合、判定回路 1 9 は、太陽電池ストリング 7 B のいずれかのバイパス回路 3 に直流電力が通電していると判定し、太陽電池ストリング 7 B のいずれかの太陽電池モジュール 6 に復旧不能な故障があると判断する。

40

【 0 1 1 5 】

ここで、太陽電池ストリング 7 B のバイパス回路 3 の通電作動を判定する場合、開閉器 3 3 A は開にされているので、周波数 F 1 の周期信号 2 0 が太陽電池ストリング 7 A 側の電力線 8 A を経由して受信回路 1 5 に到達するのを防止することができ、故障検出の判定精度を向上させることができる。

50

【0116】

なお、上述した実施例4では、F1という1種類の周波数を周期信号に持たせた上で、周波数F1の周期信号が減衰されるように太陽電池ストリング7A、7Bの減衰回路4の減衰特性を設定した場合を例にとって説明したが、各太陽電池ストリング7A、7Bに太陽電池モジュールがM台だけある場合、F1~FMというM種類の周波数を周期信号に持たせた上で、周波数F1~FMの周期信号がそれぞれ減衰されるように各太陽電池ストリング7A、7BのM台の太陽電池モジュールの減衰回路4の減衰特性を設定するようにしてもよい。

【0117】

また、上述した実施例1~4では、接続単位2内の太陽電池セル1、太陽電池モジュール6内の接続単位2、太陽光発電装置内の太陽電池ストリング7A、7Bをそれぞれ2個として説明したが、この数に限るものではなく、1個もしくは3個以上であってもよい。また、上述した実施例では、太陽電池ストリング7A、7B内の太陽電池モジュール6を3個以上としているが、1個または2個であってもよい。

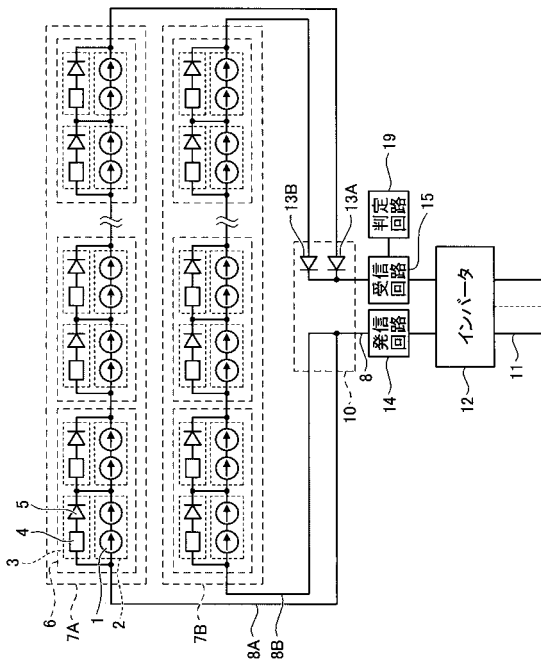
【産業上の利用可能性】

【0118】

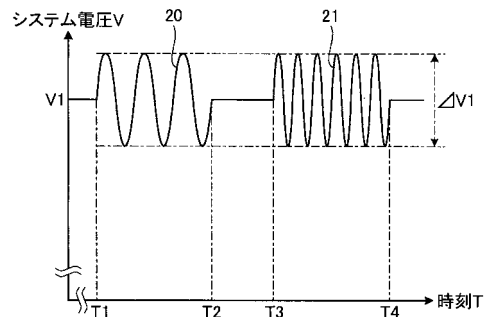
以上のように本発明に係る太陽光発電装置は、バイパス回路を経由することで異常な太陽電池セルをバイパスできるように構成された太陽電池モジュールの故障を検知する方法に適している。

10

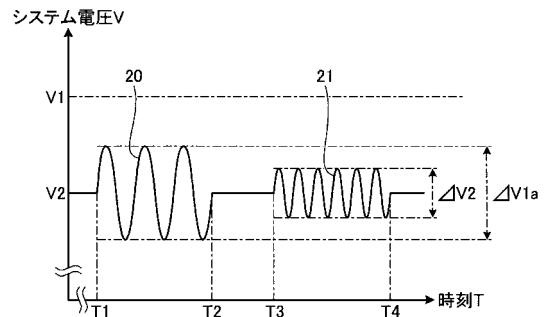
【図1】



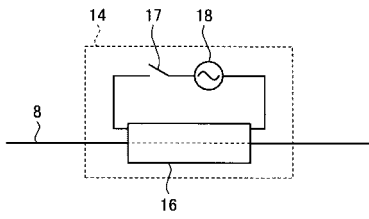
【図2】



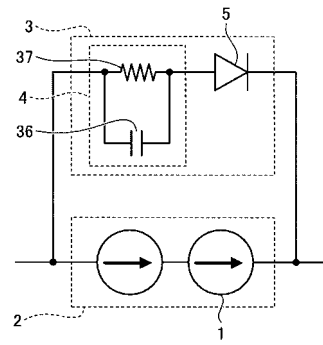
【図3】



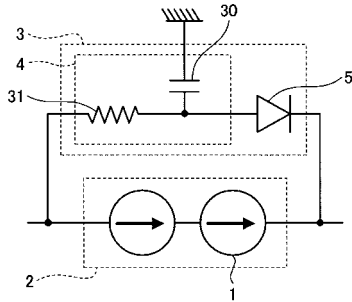
【図4】



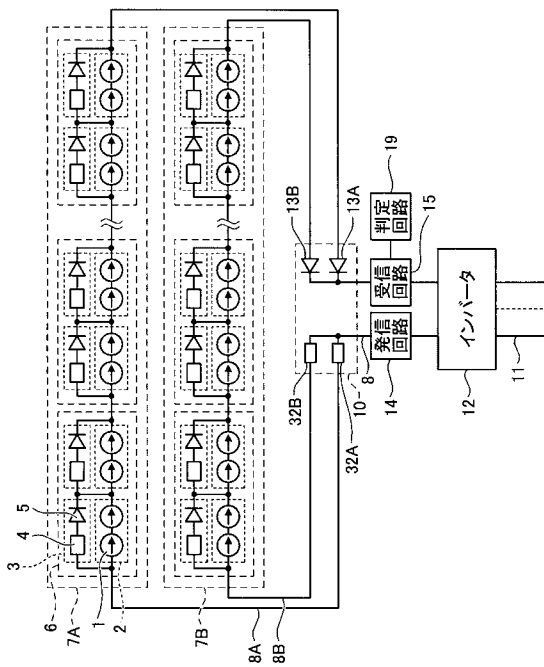
【図6】



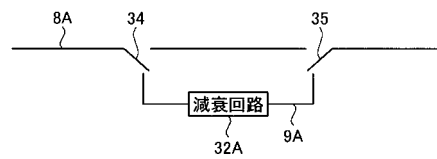
【図5】



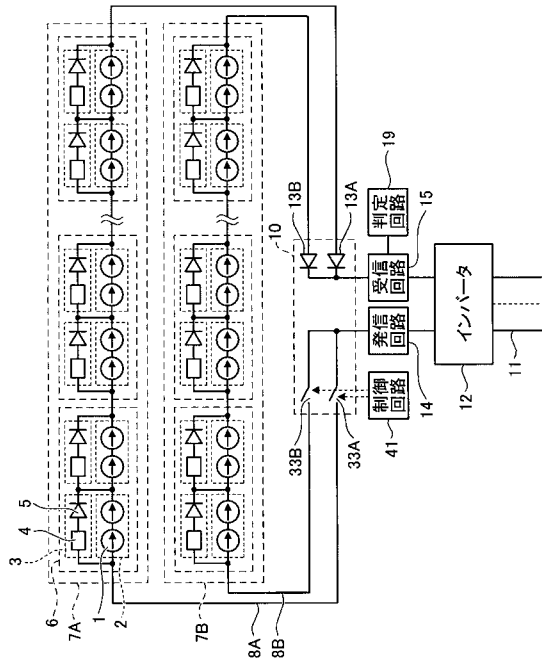
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 島田 直人
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

審査官 加藤 昌伸

(56)参考文献 特開2000-269531(JP,A)
特開2001-068706(JP,A)
特開2003-142707(JP,A)
特開平06-125105(JP,A)
特開平07-177652(JP,A)
特開平11-330521(JP,A)
特開2000-059986(JP,A)
特開2000-196127(JP,A)
特開2004-221479(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/04 - 31/078