

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5852455号  
(P5852455)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.  
H02S 50/00 (2014.01)

F I  
H02S 50/00

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-16819 (P2012-16819)	(73) 特許権者	000004444
(22) 出願日	平成24年1月30日 (2012.1.30)		J X 日鉱日石エネルギー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-157458 (P2013-157458A)		東京都千代田区大手町二丁目6番3号
(43) 公開日	平成25年8月15日 (2013.8.15)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成26年6月2日 (2014.6.2)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100128381
			弁理士 清水 義憲
		(74) 代理人	100169454
			弁理士 平野 裕之
		(74) 代理人	100156395
			弁理士 荒井 寿王
		(72) 発明者	吉富 政宣
			愛知県名古屋市名東区社台1-114
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 故障検知装置及び故障検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

太陽光を利用して発電を行う太陽電池と、前記太陽電池に並列接続されたバイパスダイオードと、を具備する太陽電池モジュールにおいて故障を検知する故障検知装置であって、

前記バイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知手段を備え、  
前記検知手段は、前記太陽電池で発電が行われている際、前記バイパスダイオードのカソード側が接続された前記太陽電池の正極側と前記バイパスダイオードのアノード側が接続された前記太陽電池の負極側との間に所定の逆電圧値が印加されたときに、当該バイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする故障検知装置。

【請求項 2】

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値との間に、動作閾値に対する誤動作防止余裕である差分を有する、請求項 1 記載の故障検知装置。

【請求項 3】

前記最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が前記太陽電池の全面に照射された場合の前記太陽電池の短絡電流値であること、を特徴とする請求項 1 又 2 記載の故障検知装置

。

【請求項 4】

前記バイパスダイオードのオープンモード故障を前記検知手段で検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信装置と、

前記信号発信装置から前記信号を受信する信号受信装置と、

前記信号受信装置による前記信号の受信に応じて、前記バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示装置と、を備えたこと、を特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか一項記載の故障検知装置。

【請求項 5】

前記信号発信装置は、前記バイパスダイオードがオープンモード故障した前記太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む前記信号を発信すること、を特徴とする請求項 4 記載の故障検知装置。

10

【請求項 6】

太陽光を利用して発電を行う太陽電池と、前記太陽電池に並列接続されたバイパスダイオードと、を具備する太陽電池モジュールが複数直列接続されてなる太陽電池ストリングを、少なくとも 1 つ備えた太陽光発電システムにおいて故障を検知する故障検知装置であって、

前記バイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知手段を備え、

前記検知手段は、前記太陽電池で発電が行われている際、前記バイパスダイオードのカソード側が接続された前記太陽電池の正極側と前記バイパスダイオードのアノード側が接続された前記太陽電池の負極側との間に所定の逆電圧値が印加されたときに、当該バイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、

20

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする故障検知装置。

【請求項 7】

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値との間に、動作閾値に対する誤動作防止余裕である差分を有する、請求項 6 記載の故障検知装置。

【請求項 8】

30

前記最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が前記太陽電池の全面に照射された場合の前記太陽電池の短絡電流値であること、を特徴とする請求項 6 又は 7 記載の故障検知装置。

【請求項 9】

前記複数の太陽電池モジュールの少なくとも 1 つについて、前記バイパスダイオードのオープンモード故障を前記検知手段で検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信装置と、

前記信号発信装置から前記信号を受信する信号受信装置と、

前記信号受信装置による前記信号の受信に応じて、前記バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示装置と、を備えたこと、を特徴とする請求項 6 ～ 8 の何れか一項記載の故障検知装置。

40

【請求項 10】

前記信号発信装置は、前記バイパスダイオードがオープンモード故障した前記太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む前記信号を発信し、

前記表示装置は、前記信号受信装置で前記信号を受信したとき、当該信号の前記固有値信号に対応する前記太陽電池モジュールを特定する特定情報を含む前記情報を表示すること、を特徴とする請求項 9 記載の故障検知装置。

【請求項 11】

太陽光を利用して発電を行う太陽電池に対し並列接続されたバイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知工程を備え、

50

前記検知工程では、前記太陽電池で発電が行われている際、前記バイパスダイオードのカソード側が接続された前記太陽電池の正極側と前記バイパスダイオードのアノード側が接続された前記太陽電池の負極側との間に所定の逆電圧値が印加されたときに、当該バイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする故障検知方法。

【請求項 1 2】

前記所定の逆電圧値は、前記バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける前記太陽電池の電圧降下値との間に、動作閾値に対する誤動作防止余裕である差分を有する、請求項 1 1 記載の故障検知方法。

10

【請求項 1 3】

前記最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が前記太陽電池の全面に照射された場合の前記太陽電池の短絡電流値であること、を特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 記載の故障検知方法。

【請求項 1 4】

前記バイパスダイオードのオープンモード故障を前記検知工程により検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信工程と、

前記信号発信工程により発信された前記信号を受信する信号受信工程と、

前記信号受信工程による前記信号の受信に応じて、前記バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示工程と、を備えたこと、を特徴とする請求項 1 1 ~ 1 3 の何れか一項記載の故障検知方法。

20

【請求項 1 5】

前記信号発信工程では、オープンモード故障した前記バイパスダイオードを含む太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む前記信号を発信すること、を特徴とする請求項 1 4 記載の故障検知方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、故障検知装置及び故障検知方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

一般的に、太陽光を利用して発電を行う太陽電池モジュールにおいては、例えば特性のバラツキや日射強度の変動等の影響によって太陽電池に逆電圧が印加されることがあり、この逆電圧が高まると、太陽電池が発熱ひいては破損する虞がある。そのため、従来の太陽電池モジュールとしては、バイパスダイオードを太陽電池に並列に接続し、太陽電池に過剰な逆電圧が印加されるのを抑制するものが知られている。

【0003】

このような太陽電池モジュールにおいては、例えば下記特許文献 1 に記載されているように、バイパスダイオードのオープンモード(開放モードとも称される)故障を検出する故障検知装置が開発されている。特許文献 1 に記載された検査装置では、太陽電池を遮蔽板により遮光すると共に、この遮蔽板に一体化された感熱紙により太陽電池における遮光部分の温度を検出する。そして、太陽電池の遮蔽部分にホットスポット熱(異常発熱)の発生を検出した場合、バイパスダイオードに電流が流れていないと判断し、これにより、バイパスダイオードがオープンモード故障していると判定する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 024204 号公報

【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ここで、上述したような故障検知装置では、次の理由により、バイパスダイオードが故障しているか否かの判定が困難となる虞がある。すなわち、バイパスダイオードがオープンモード故障をしていない場合であっても、太陽電池を遮光した際に太陽電池にある程度の逆電圧が印加され、太陽電池の発熱が検出される場合がある。当該発熱の程度は、そのときの日射強度、遮光状態、太陽電池の電流密度、太陽電池の放熱状態、太陽電池のシャント抵抗成分等に依存するため、一概に予測できない。従って、正常範囲の発熱と、バイパスダイオードの故障に起因する発熱とを区別することが極めて困難となり、バイパスダイオードのオープンモード故障を精度よく検出できない虞がある。

10

**【0006】**

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、バイパスダイオードのオープンモード故障を精度よく検出できる故障検知装置及び故障検知方法を提供することを課題とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記課題を解決するため、本発明らは鋭意検討を重ねた結果、バイパスダイオードがオープンモード故障したときにおいては、バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値が太陽電池に印加されるという知見を得た。そこで、かかる知見に基づけば、バイパスダイオードのオープンモード故障を精度よく検出できることを見出し、本発明を完成するに至った。

20

**【0008】**

すなわち、本発明に係る故障検知装置は、太陽光を利用して発電を行う太陽電池と、太陽電池に並列接続されたバイパスダイオードと、を具備する太陽電池モジュールにおいて故障を検知する故障検知装置であって、バイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知手段を備え、検知手段は、太陽電池に所定の逆電圧値が印加されたときにバイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、所定の逆電圧値は、バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする。

**【0009】**

30

この故障検知装置では、バイパスダイオードのオープンモード故障に上記知見を好適に適用することができ、よって、当該オープンモード故障を精度よく検出することが可能となる。なお、「太陽電池に逆電圧が印加される」とは、太陽電池の負極に対する正極の電位が低い状態になることを意味している（以下、同じ）。

**【0010】**

このとき、最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池の全面に照射された場合の太陽電池の短絡電流値であることが好ましい。この場合、バイパスダイオードのオープンモード故障を一層精度よく検知することができる。これは、バイパスダイオードに流れる上記最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池の全面に照射された場合の太陽電池の短絡電流値であるという知見をさらに見出したことによる。

40

**【0011】**

また、バイパスダイオードのオープンモード故障を検知手段で検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信装置と、信号発信装置から信号を受信する信号受信装置と、信号受信装置による信号の受信に応じて、バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示装置と、を備えたことが好ましい。この場合、オープンモード故障を表示装置により表示させて報知することが可能となる。

**【0012】**

また、信号発信装置は、バイパスダイオードがオープンモード故障した太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む信号を発信することが好ましい。この場合、例えば、信号発信装置から発信される信号の固有値信号に基づいて、オープンモード故

50

障した太陽電池モジュールを識別することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る故障検知装置は、太陽光を利用して発電を行う太陽電池と、太陽電池に並列接続されたバイパスダイオードと、を具備する太陽電池モジュールが複数直列接続されてなる太陽電池ストリングを、少なくとも1つ備えた太陽光発電システムにおいて故障を検知する故障検知装置であって、バイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知手段を備え、検知手段は、太陽電池に所定の逆電圧値が印加されたときにバイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、所定の逆電圧値は、バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする。

10

【 0 0 1 4 】

この故障検知装置においても、バイパスダイオードのオープンモード故障に上記知見を好適に適用し、当該オープンモード故障を精度よく検出することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

このとき、最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池の全面に照射された場合の太陽電池の短絡電流値であることが好ましい。この場合、上述したように、バイパスダイオードのオープンモード故障を一層精度よく検知することができる。

【 0 0 1 6 】

また、バイパスダイオードのオープンモード故障を検知手段で検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信装置と、信号発信装置から信号を受信する信号受信装置と、信号受信装置による信号の受信に応じて、バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示装置と、を備えたことが好ましい。この場合、オープンモード故障を表示装置により表示させて報知することが可能となる。

20

【 0 0 1 7 】

また、信号発信装置は、バイパスダイオードがオープンモード故障した太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む信号を発信し、表示装置は、信号受信装置で信号を受信したとき、当該信号の固有値信号に対応する太陽電池モジュールを特定する特定情報を含む情報を表示することが好ましい。この場合、表示装置で表示された特定情報により、バイパスダイオードがオープンモード故障した太陽電池モジュールを特定することが可能となる。

30

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る故障検知方法は、太陽光を利用して発電を行う太陽電池に対し並列接続されたバイパスダイオードのオープンモード故障を検知する検知工程を備え、検知工程では、太陽電池に所定の逆電圧値が印加されたときにバイパスダイオードのオープンモード故障を検知し、所定の逆電圧値は、バイパスダイオードに最大電流値の電流が流れたときにおける太陽電池の電圧降下値よりも大きい電圧降下値であること、を特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この故障検知方法においても、バイパスダイオードのオープンモード故障に上記知見を好適に適用し、当該オープンモード故障を精度よく検出することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

このとき、最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池の全面に照射された場合の太陽電池の短絡電流値であることが好ましい。この場合、上述したように、バイパスダイオードのオープンモード故障を一層精度よく検知することができる。

40

【 0 0 2 1 】

また、バイパスダイオードのオープンモード故障を検知工程により検知したとき、故障信号を含む信号を発信する信号発信工程と、信号発信工程により発信された信号を受信する信号受信工程と、信号受信工程による信号の受信に応じて、バイパスダイオードのオープンモード故障に関する情報を表示する表示工程と、を備えたことが好ましい。この場合、表示工程においてオープンモード故障を表示し報知することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

50

また、信号発信工程では、オープンモード故障したバイパスダイオードを含む太陽電池モジュールを識別するための固有値信号をさらに含む信号を発信することが好ましい。この場合、例えば、発信される信号の固有値信号に基づいて、オープンモード故障した太陽電池モジュールを識別することが可能となる。

【 0 0 2 3 】

なお、上記検知手段、上記信号発信装置、上記信号受信装置及び上記表示装置のそれぞれは、太陽電池モジュールと機械的に一体であってもよいし別体であってもよい。

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、バイパスダイオードのオープンモード故障を精度よく検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】第 1 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムを示す構成図である。

【図 2】図 1 の太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。

【図 3】図 1 の太陽光発電システムの太陽電池ユニットにおける I V カーブ特性を示すグラフである。

【図 4】バイパスダイオードを説明するための図である。

【図 5】第 2 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムを示す構成図である。

【図 6】第 3 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。

【図 7】第 4 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。

【図 8】第 5 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。

【図 9】第 6 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 2 7 】

[ 第 1 実施形態 ]

本発明の第 1 実施形態について説明する。図 1 は第 1 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムを示す構成図であり、図 2 は図 1 の太陽光発電システムにおける太陽電池モジュールの構成図である。図 1 に示すように、本実施形態の故障検知装置 9 0 は、太陽電池モジュール 1 0 0 において故障を検知するためのものであり、検知手段としての L E D (Light Emitting Diode) 4 0 及び受光素子 6 0 と、信号発信装置としての発信機 7 0 と、信号受信装置としての受信部 1 5 1 と、遮断手段としてのスイッチ 1 4 0 及びスイッチ制御部 1 5 2 と、を少なくとも備えている。以下、故障検知装置 9 0 を太陽電池モジュール 1 0 0 とともに説明する。

【 0 0 2 8 】

太陽光発電システム 1 は、太陽光エネルギーを利用して発電を行う発電システムであり、例えば屋根等の高所に設置され、2 0 0 V 以上の出力電圧を有する系統連携型のものとなっている。太陽光発電システム 1 は、太陽電池アレイ 1 1 0 と、パワーコンディショナ 1 2 0 と、を具備している。

【 0 0 2 9 】

太陽電池アレイ 1 1 0 は、太陽光エネルギーを電気エネルギーへ変換し、直流出力としてパ

10

20

30

40

50

ワーコンディショナ 120 へ供給する。太陽電池アレイ 110 は、太陽電池モジュール 100 が複数直列接続されてなる太陽電池ストリング 130 を、少なくとも 1 つ備えている。ここでは、8 つの太陽電池モジュール 100 が互いに直列接続されて太陽電池ストリング 130 が構成され、2 つの太陽電池ストリング 130 が互いに並列接続されて太陽電池アレイ 110 が構成されている。この太陽電池アレイ 110 は、パワーコンディショナ 120 に対し、スイッチ 140 を介して接続されている。

#### 【0030】

パワーコンディショナ 120 は、太陽電池アレイ 110 から供給された直流出力を交流出力に変換し、この交流出力を後段の電力系統（例えば商用電力系統）へ供給する。このパワーコンディショナ 120 は、太陽電池アレイ 110 の最大出力が得られるよう太陽電池アレイ 110 の動作電圧を制御する動作電圧制御機能と、電力系統の異常が検知された場合に安全にシステム停止する等の系統保護機能と、を有している。なお、パワーコンディショナ 120 は、絶縁トランスを有するトランス絶縁型であってもよいし、トランスレス（非絶縁）型であってもよい。

#### 【0031】

スイッチ 140 は、太陽電池アレイ 110 とパワーコンディショナ 120 との電氣的接続を制御する開閉器である。スイッチ 140 としては、電流を遮断するものであれば如何なる構成のものも用いることができ、例えば、FET (Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の半導体スイッチ、機械式リレー等の電磁開閉器を用いることができる。このスイッチ 140 は、通常時には閉状態とされ、太陽電池アレイ 110 及びパワーコンディショナ 120 を互いに接続させる一方、バイパスダイオード 30 のオープン故障時には開状態とされ、これらを互いに解列させる（詳しくは後述）。

#### 【0032】

太陽電池モジュール 100 は、パネル状に構成されており、図 2 に示すように、互いに直列接続された複数（ここでは、3 つ）の太陽電池ユニット 10 を備えている。複数の太陽電池ユニット 10 のそれぞれは、太陽電池クラスタ（太陽電池）20 と、バイパスダイオード 30 と、LED 40 と、を含んで構成されている。

#### 【0033】

太陽電池クラスタ 20 は、互いに直列接続された複数の太陽電池セル 21 を含んでおり、太陽光を利用して発電を行うものである。複数の太陽電池セル 21 は、マトリクス状に並置された状態でアルミフレームに固定されていると共に、その受光面側が強化ガラスで覆われている。太陽電池セル 21 としては、例えば 0.5 V の出力電圧の結晶系太陽電池セルが用いられている。

#### 【0034】

バイパスダイオード 30 は、太陽電池クラスタ 20 に並列接続されている。バイパスダイオード 30 としては、順方向電圧を小さくし且つ逆回復時間を短縮化するために、例えばショットキーバリアダイオードが用いられている。このバイパスダイオード 30 は、太陽電池クラスタ 20 に逆電圧が印加されたときに電流が流れるよう設けられており、その順方向が太陽電池クラスタ 20 内における太陽電池セル 21 の等価寄生ダイオードの順方向に対し逆方向とされている。

#### 【0035】

具体的には、バイパスダイオード 30 のカソード側は、太陽電池クラスタ 20 を直列接続する電路 50 上において、太陽電池クラスタ 20 の正極側に接続されている。また、バイパスダイオード 30 のアノード側は、電路 50 上において太陽電池クラスタ 20 の負極側に接続されている。

#### 【0036】

LED 40 は、太陽電池クラスタ 20 及びバイパスダイオード 30 に並列接続された発光素子であり、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障を検知する検知手段を構成する。LED 40 は、その順方向が太陽電池クラスタ 20 における太陽電池セル 21 の等

10

20

30

40

50

価寄生ダイオードの順方向に対し逆方向とされ、太陽電池クラスタ２０に所定の逆電圧値が印加されたときに発光するように設けられている。この所定の逆電圧値にあつては、バイパスダイオード３０がオープンモード故障したときにＬＥＤ４０を発光させるべく、例えば以下に詳説するようにＬＥＤ４０のＩＶカーブ（電流電圧曲線）特性を設けることで設定されている。

#### 【００３７】

図３（ａ）は太陽電池ユニットにおける各要素のＩＶカーブ特性を個別に示すグラフであり、図３（ｂ）は太陽電池ユニットにおける各要素のＩＶカーブ特性を合成して示すグラフである。図３（ａ）、（ｂ）に示すように、バイパスダイオード３０が正常に機能している場合（バイパスダイオード３０に電流が流れる場合）、太陽電池ユニット１０における電圧値は正常電圧範囲Ｈ内の値となり、その下限はバイパスダイオード３０に最大電流値の電流が流れたときの電圧降下値Ｖｂとなる。換言すると、バイパスダイオード３０に最大電流値が流れたときに、最も大きな電圧降下が太陽電池ユニット１０に発生する。一方、この電圧降下値Ｖｂよりも大きな電圧降下が生じたときには、バイパスダイオード３０がオープンモード故障（通電しない状態で故障）し、バイパスダイオード３０に電流が流れないと判断することができる。

#### 【００３８】

ここで、最大電流値は、考えられる最大の日射強度に太陽電池クラスタ２０が晒された場合の短絡電流値であり、大気による吸収や散乱を受ける前の日射強度である太陽定数に対応する短絡電流値とみなすことができる。具体的には、通常、太陽電池クラスタ２０の短絡電流の定格値は標準状態である日射強度の短絡電流値であることから、最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池クラスタ２０の全面に照射された場合の太陽電池の短絡電流値とすることができ、下式（１）の値を最大電流値として用いることができる。なお、「全面」とは、製造上及び設計上の誤差を許容するものであり、略全面や実質的に全面を含んでいる。

$$\text{定格短絡電流値} \times \text{太陽定数} / \text{標準状態での日射強度} (= 1 \text{ kW} / \text{m}^2) \quad \dots (1)$$

#### 【００３９】

そこで、本実施形態では、電圧降下値Ｖｂを基準とし、これよりも大きな電圧降下値を所定の逆電圧値とし、当該所定の逆電圧値が太陽電池クラスタ２０に印加されたときに電流が流れて発光するＩＶカーブ特性のＬＥＤ４０を採用している。換言すると、ＬＥＤ４０は、バイパスダイオード３０のＩＶカーブ特性よりも大きな電圧降下値のときに順方向電流が流れるＩＶカーブ特性を有するダイオードにより構成されている。

#### 【００４０】

なお、ダイオードの環境温度等によって僅かに電圧降下値が変化する可能性があることから、誤作動を回避するために、電圧降下値Ｖｂと上記所定の逆電圧値との間には、差分Ｖを設けることが好ましい。差分Ｖは１Ｖ未満の動作閾値に対する誤動作防止余裕であることから、その程度の小さな値を差分Ｖとして採用することができる。この差分Ｖにより、システムの信頼性を一層回避することができる。

#### 【００４１】

このＬＥＤ４０のカソード側は、電路５０上において太陽電池クラスタ２０の正極側とバイパスダイオード３０との接続箇所０１に接続されている。ＬＥＤ４０のアノード側は、電路５０上において太陽電池クラスタ２０の負極側とバイパスダイオード３０との接続箇所０２に接続されている。

#### 【００４２】

また、太陽電池モジュール１００は、受光素子６０及び発信機７０を備えている。受光素子６０は、少なくとも１つのＬＥＤ４０で発光したＬＥＤ光を受光するものであり、バイパスダイオード３０のオープンモード故障を検知する検知手段を構成する。受光素子６０は、各ＬＥＤ４０からのＬＥＤ光を好適に受光できるように配置（光結合）されており、ここでは、各ＬＥＤ４０に対し近接配置されている。発信機７０は、受光素子６０によるＬＥＤ光の受光に応じて（ＬＥＤ光を受光したとき）、バイパスダイオード３０のオー

10

20

30

40

50



ブンモード故障に係る故障信号を含む信号を、後述の受信部 151 へ発信する。

【0043】

図 1 に戻り、本実施形態は、太陽電池アレイ 110 における電流の流通を制御するためのコントローラ 150 を備えている。コントローラ 150 は、受信部 151 及びスイッチ制御部 152 を含んで構成されている。

【0044】

受信部 151 は、太陽電池モジュール 100 の発信機 70 (図 2 参照) で発信された信号を受信するものである。スイッチ制御部 152 は、受信部 151 による信号の受信に応じて太陽電池アレイ 110 の電流 (電荷の流れ) を遮断するものである。具体的には、スイッチ制御部 152 は、発信機 70 からの信号を受信部 151 で受信したとき、スイッチ 140 を制御して開状態とし、太陽電池アレイ 110 をパワーコンディショナ 120 から解列させ、太陽電池アレイ 110 の電流を遮断させる。

【0045】

図 4 (a) はバイパスダイオードを説明するための構成図、図 4 (b) は、バイパスダイオードを説明するための太陽電池クラスタの I-V カーブ特性を示すグラフである。図 4 (b) 中において、L3 が高日射太陽電池セル 21a の I-V カーブ特性、L4 が低日射太陽電池セル 21b の I-V カーブ特性を示している。太陽電池ユニット 10 では、複数の太陽電池セル 21 が太陽電池クラスタ 20 として直列接続されていることから、これら太陽電池セル 21 間の特性バラツキや日射強度の相違等によって、一部の太陽電池セル 21 に逆電圧が生じる場合がある。

【0046】

図 4 (a) に例示するように、日射量が良好な高日射太陽電池セル 21a と、日射量が低下した低日射太陽電池セル 21b とが短絡された場合、合計電圧は 0 であることから、図 4 (b) に示すように、それぞれの印加電圧は動作点 P1, P2 となる。よって、高日射太陽電池セル 21a では発電が行われているものの、低日射太陽電池セル 21b では、当該発電と同じ電力を消費しており、逆電圧が印加されることがわかる。

【0047】

そこで、下式 (2) に示すように、バイパスダイオード 30 を太陽電池クラスタ 20 に並列に接続し、太陽電池クラスタ 20 の電圧損失  $V_{loss}$  を抑制することで、低日射太陽電池セル 21b の電圧損失  $V_{cell}$  が電圧ゲイン  $V_g$  を大きく超えるのを回避することができる。

$$V_{cell} = V_{loss} + V_g \quad \dots (2)$$

$V_{cell}$  : 低日射太陽電池セル 21b の電圧損失

$V_{loss}$  : 太陽電池クラスタ 20 の電圧損失

$V_g$  : 太陽電池クラスタ 20 の 高日射太陽電池セル 21a の電圧ゲインの合計

【0048】

その結果、太陽電池ユニット 10 (太陽電池モジュール 100、太陽電池ストリング 130、太陽電池アレイ 110、及び太陽光発電システム 1) では、バイパスダイオード 30 の働きによって、太陽電池セル 21b にかかる逆電圧が当該太陽電池クラスタ 20 を構成する他の太陽電池セル 21a で発生する合計電圧を超えることを抑制でき、高い安全性を確保することができる。さらには、バイパスダイオード 30 が設けられていると、太陽電池クラスタ 20 に低日射太陽電池セル 21b が存在している場合でも、この太陽電池クラスタ 20 以外の他の太陽電池クラスタ 20 からの大きな電流を通過させることができるため、当該他の太陽電池クラスタ 20 の発電量を維持できる。よって、システム全体として発電量低下を軽減することも可能となる。

【0049】

ここで、何らかの理由でバイパスダイオード 30 がオープンモード故障したとき、上述したように特定の太陽電池セル 21 に大きな逆電圧が印加され、発熱やモジュール破損の虞があるため、太陽電池ユニット 10 又は太陽電池モジュール 100 を電流が流れないように遮断することが好ましい。一方で、バイパスダイオード 30 の正常時には、発電能力

を確保するために、太陽電池ユニット１０又は太陽電池モジュール１００の誤遮断を防止し、バイパスダイオード３０を確実に機能させることが好ましい。

【００５０】

この点、本実施形態の太陽電池ユニット１０では、図３（ｂ）に示すように、バイパスダイオード３０が正常な正常時において、太陽電池クラスタ２０に逆電圧が印加されたとしても、バイパスダイオード３０が支配的で正常電圧範囲Ｈを有するＩＶカーブ特性Ｌ１のために、バイパスダイオード３０が機能しＬＥＤ４０には電流が実質的に流れない。よって、ＬＥＤ４０が発光せず、スイッチ１４０は閉状態のままとなり、太陽電池アレイ１１０は遮断されない。

【００５１】

他方、バイパスダイオード３０のオープンモード故障時においては、当該オープンモード故障を故障検知装置９０によって検知することができる。すなわち、太陽電池ユニット１０のＩＶカーブはＬＥＤ４０が支配的なＩＶカーブ特性Ｌ２へ遷移することから、複数の太陽電池モジュール１００の何れかにおいて、太陽電池クラスタ２０に所定の逆電圧（電圧降下値Ｖ<sub>b</sub>よりも大きな電圧降下値）が印加されると、ＬＥＤ４０に電流が流れて当該ＬＥＤ４０からＬＥＤ光が出射され、ＬＥＤ４０からのＬＥＤ光が受光素子６０で受光され、これにより、バイパスダイオード３０のオープンモード故障が検知される（検知工程）。

【００５２】

また故障検知装置９０では、ＬＥＤ光が受光素子６０で受光されたとき、発信機７０から受信部１５１へ信号が発信され（信号発信工程）、この信号が受信部１５１で受信される（信号受信工程）。そして、当該信号が受信部１５１で受信されたとき、スイッチ制御部１５２によって開状態となるようにスイッチ１４０が制御され、太陽電池アレイ１１０がパワーコンディショナ１２０（電路５０）から切り離され、その結果、太陽電池アレイ１１０の電流が安全に遮断される（遮断工程）。

【００５３】

以上、本実施形態では、太陽電池クラスタ２０に所定の逆電圧値が印加されたときにバイパスダイオード３０のオープンモード故障を検知しており、所定の逆電圧値は、バイパスダイオード３０に最大電流値の電流が流れたときにおける太陽電池クラスタ２０の電圧降下値よりも大きい電圧降下値とされている。これにより、太陽電池ユニット１０の上記特性を利用し、バイパスダイオード３０のオープンモード故障を精度よく検知できる。さらに、最大電流値は、太陽定数の日射量の太陽光が太陽電池クラスタ２０の全面に照射された場合の太陽電池クラスタ２０の短絡電流値であることから、バイパスダイオード３０のオープンモード故障を一層精度よく検知できる。

【００５４】

なお、本実施形態では、検知手段としてＬＥＤ４０及び受光素子６０を用いているが、これに代えて、太陽電池クラスタ２０に所定の逆電圧値が印加されているか否かを直接検出する検出器（例えば、太陽電池クラスタ２０の電位差を検出するもの）を用いてもよい。この場合、太陽電池クラスタ２０に所定の逆電圧値が印加されていると検出器で検出されたとき、発信機７０から信号が発信される。

【００５５】

また、本実施形態によれば、上述したように、正常時において、太陽電池クラスタ２０ひいては太陽電池セル２１に高い逆電圧が印加されるのを回避することができると共に、一の太陽電池セル２１に影が射す等しても、すぐさま太陽電池ユニット１０の電流を遮断しないだけでなく、他の太陽電池クラスタ２０の発電を有効活用することが可能であり、発電能力の低下を抑制することができる。

【００５６】

加えて、バイパスダイオード３０のオープンモード故障をＬＥＤ４０及び受光素子６０により検知し、スイッチ制御部１５２によりスイッチ１４０を制御して太陽電池アレイ１１０の電流を遮断できる。これにより、太陽電池アレイ１１０の電流を確実に安価で且つ

10

20

30

40

50

容易に遮断し、太陽電池アレイ 110 の発熱や破損を防止することが可能となる。すなわち、特段の作業を別途必要とすることなく、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障に対する対策が自動的に実施され、かかるオープンモード故障以上の損傷が抑止される。その結果、必要なときに太陽電池クラスタ 20 の電流が遮断されないのを回避できると共に、不要なときに太陽電池クラスタ 20 の電流が遮断されてしまうのを回避できる、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上させることが可能となる。

【0057】

また、本実施形態では、コントローラ 150 を別体で独立して構成しているが、このコントローラ 150 はパワーコンディショナ 120 に内蔵していてもよい。ちなみに、LED 40 が配置され且つ太陽電池クラスタ 20 及びバイパスダイオード 30 に並列な電路 51 上には、所定の抵抗値を有する抵抗をさらに設けてもよい。この場合、バイパスダイオード 30 が正常な正常時に、LED 40 に微弱電流が流れて LED 40 が発光してしまうことを確実に防止できる。

10

【0058】

ちなみに、本実施形態の故障検知装置 90 (故障検知方法) は、太陽電池モジュール 100 の内部において故障を検知する構成としたが、これに限定されるものではない。要は、故障検知装置 90 (故障検知方法) は、太陽光発電システム 1、太陽電池アレイ 110、太陽電池ストリング 130、太陽電池モジュール 100 の何れかの内部において故障を検知する構成であればよい。

【0059】

20

また、本実施形態の故障検知装置 90 は、発信機 70、受信部 151、並びに、スイッチ 140 及びスイッチ制御部 152 の少なくとも 1 つを備えない場合がある。同様に、本実施形態の故障検知方法は、信号発信工程、信号受信工程、並びに遮断工程の少なくとも 1 つを備えない場合がある。

【0060】

また、本実施形態では、遮断手段としてのスイッチ 140 及びスイッチ制御部 152 を太陽電池モジュール 100 と別体に (つまり、太陽電池モジュール 100 の外部に) 設けたが、遮断手段の一部又は全部は、太陽電池モジュール 100 に搭載されていてもよい (つまり、太陽電池モジュール 100 の内部に設けられていてもよい)。

【0061】

30

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明では、上記第1実施形態と異なる点について主に説明する。

【0062】

図5は、第2実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムを示す構成図である。本実施形態が上記第1実施形態と主として異なる点は、上記第1実施形態が太陽電池アレイ 110 単位で電流を遮断するのに対し、太陽電池ストリング 130 単位で電流を遮断する点である。

【0063】

具体的には、本実施形態においては、複数の太陽電池モジュール 100 のそれぞれにおける発信機 70 が発信する信号に、複数の太陽電池モジュール 100 毎に異なった固有値信号 (例えば、モジュール番号に関する信号等) がさらに含まれている。つまり、各発信機 70 は、バイパスダイオード 30 がオープンモード故障した太陽電池モジュール 100 を識別するための固有値信号をさらに含む信号を発信する。

40

【0064】

また、図5に示すように、本実施形態では、太陽光発電システム2において太陽電池ストリング 130 のそれぞれが、スイッチ 140 を介してパワーコンディショナ 120 に接続されている。また、スイッチ制御部 152 は、発信機 70 からの信号を受信部 151 で受信したとき、受信した信号から固有値信号を読み取り、この信号の固有値信号に対応する太陽電池モジュール 100 が属する太陽電池ストリング 130 を特定する。そして、ス

50

イチ制御部 152 は、特定した太陽電池ストリング 130 に設けられたスイッチ 140 を制御して開状態とさせ、この特定した太陽電池ストリング 130 をパワーコンディショナ 120 から解列させ、これにより、当該太陽電池ストリング 130 の電流を遮断する。

【0065】

また、本実施形態の故障検知装置 90 は、記憶部 253 と入力部 254 と表示部（表示装置）255 とをコントローラ 250 内にさらに備えている。記憶部 253 は、読み取った固有値信号を記憶する。入力部 254 は、ユーザによる操作入力を検知し、検知した操作入力に応じて表示部 255 に情報を表示させる。表示部 255 は、入力部 254 による操作入力に応じて情報を表示する。

【0066】

本実施形態の故障検知装置 90 では、例えば、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障時において、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障が検知されたとき、固有値信号をさらに含む信号が発信機 70 から発信される（信号発信工程）。続いて、この信号が受信部 151 で受信されたとき、当該信号に含まれる固有値信号が読み取られ、オープン故障したバイパスダイオード 30 を含む太陽電池モジュール 100 のモジュール番号が特定される。

【0067】

続いて、このモジュール番号の太陽電池モジュール 100 が属する太陽電池ストリング 130 のみがパワーコンディショナ 120 から切り離されるようにスイッチ 140 がスイッチ制御部 152 により制御される（遮断工程）。その結果、当該太陽電池ストリング 130 の電流が安全に遮断される。これと共に、バイパスダイオード 30 にオープンモード故障が発生した旨（オープンモード故障に関する情報）が表示部 255 に表示され、ユーザに対しオープンモード故障が報知されて注意喚起される（表示工程）。

【0068】

これに併せ、特定されたモジュール番号は、記憶部 253 に記憶され格納される（記憶工程）。その結果、例えば、ユーザにより入力部 254 の入力ボタンが操作されると、記憶部 253 に記憶されたモジュール番号が特定情報として表示部 255 にさらに表示され、複数の太陽電池モジュール 100 のうち何れの太陽電池モジュール 100 のバイパスダイオード 30 が故障したかが確認される（確認工程）。

【0069】

以上、本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上する、及び、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障を精度よく検知するという効果が奏される。また、本実施形態では、上述したように、発信機 70 から発信される信号に固有値信号が含まれているため、この固有値信号に基づいてオープンモード故障した太陽電池モジュールを識別することが可能となる。

【0070】

さらに、本実施形態では、固有値信号に対応する太陽電池モジュール 100 が属する太陽電池ストリング 130 の電流のみが遮断される。よって、オープンモード故障した太陽電池モジュール 100 が属する特定の太陽電池ストリング 130 のみについて電流を遮断できる一方、特定の太陽電池ストリング 130 以外の太陽電池ストリング 130 によって発電を好適に継続することができる。

【0071】

また、本実施形態では、受信部 151 による信号の受信に応じて、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障に関する情報を表示部 255 に表示させることができる。これにより、オープンモード故障を表示部 255 によってユーザに報知することが可能となる。

【0072】

さらに、本実施形態では、固有値信号に対応する太陽電池モジュール 100 を特定する特定情報を、表示部 255 に表示させることができる。よって、オープンモード故障した太陽電池モジュール 100 を特定することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

ちなみに、本実施形態の故障検知装置 9 0 は、記憶部 2 5 3 及び入力部 2 5 4 の少なくとも 1 つを備えない場合がある。同様に、本実施形態の故障検知方法は、記憶工程及び確認工程の少なくとも 1 つを備えない場合がある。

## 【 0 0 7 4 】

## [ 第 3 実施形態 ]

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明では、上記第 1 実施形態と異なる点について主に説明する。

## 【 0 0 7 5 】

図 6 は、第 3 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。図 6 に示すように、本実施形態の故障検知装置 3 9 0 が上記故障検知装置 9 0 と異なる点は、LED 4 0 及び受光素子 6 0 ( 図 2 参照 ) に代えて、コンパレータ 3 4 0 及び基準電源 3 6 0 を検知手段として太陽電池モジュール 3 0 0 に備えた点である。

10

## 【 0 0 7 6 】

コンパレータ 3 4 0 は、正極側入力電圧と負極側入力電圧とを比較し、その結果を 2 値の出力電圧で出力する。このコンパレータ 3 4 0 は、各太陽電池ユニット 1 0 のそれぞれにおいて太陽電池クラスタ 2 0 と並列接続するように設けられている。具体的には、各コンパレータ 3 4 0 は、その正極側入力端子が太陽電池クラスタ 2 0 の正極側とバイパスダイオード 3 0 との接続箇所 O 1 に接続されていると共に、その負極側入力端子が太陽電池クラスタ 2 0 の負極側とバイパスダイオード 3 0 との接続箇所 O 2 に接続されている。また、各コンパレータ 3 4 0 は、その出力端子が発信機 7 0 に接続されている。

20

## 【 0 0 7 7 】

基準電源 3 6 0 は、上記所定の逆電圧値 ( 電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値 ) に対応する基準電位差をコンパレータ 3 4 0 の負極側入力端子に印加する。基準電源 3 6 0 は、コンパレータ 3 4 0 の負極側入力端子と接続箇所 O 2 との間の電路上に設けられている。この基準電源 3 6 0 により、コンパレータ 3 4 0 は、太陽電池クラスタ 2 0 に所定の逆電圧値が印加されたときに出力電圧を OFF 信号として発信機 7 0 へ出力する。また、本実施形態の発信機 7 0 は、コンパレータ 3 4 0 の何れかから OFF 信号が入力されたとき、受信部 1 5 1 へ信号を発信する。

30

## 【 0 0 7 8 】

本実施形態の故障検知装置 3 9 0 では、バイパスダイオード 3 0 のオープンモード故障時において、複数の太陽電池モジュール 1 0 0 の何れかの太陽電池クラスタ 2 0 に所定の逆電圧 ( 電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値 ) が印加されると、コンパレータ 3 4 0 により OFF 信号が発信機 7 0 へ出力される ( 検知工程 ) 。これにより、バイパスダイオード 3 0 のオープンモード故障が検知される。そして、OFF 信号が発信機 7 0 へ出力されたとき、発信機 7 0 から受信部 1 5 1 へ信号が発信される ( 信号発信工程 ) 。その結果、太陽電池アレイ 1 1 0 の電流が安全に遮断されることとなる。

## 【 0 0 7 9 】

以上、本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上する、及び、バイパスダイオード 3 0 のオープンモード故障を精度よく検知するという効果が奏される。なお、本実施形態では、説明の便宜上、コンパレータ 3 4 0 に係るその他の一般的な電源や抵抗等を省略しているが、これら電源や抵抗等が設けられていても勿論よい。

40

## 【 0 0 8 0 】

## [ 第 4 実施形態 ]

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明では、上記第 3 実施形態と異なる点について主に説明する。

## 【 0 0 8 1 】

図 7 は、第 4 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュ

50

ールを示す構成図である。図 7 に示すように、本実施形態の故障検知装置 490 が上記故障検知装置 390 と異なる点は、検知手段として、コンパレータ 440 を太陽電池モジュール 300 にさらに備えると共に、基準電源 360 (図 6 参照) に代えて基準電源 460 を太陽電池モジュール 300 に備えている点である。

#### 【0082】

コンパレータ 440 は、正極側入力電圧と負極側入力電圧とを比較し、その結果を 2 値の出力電圧で出力する。このコンパレータ 440 は、各太陽電池ユニット 10 のそれぞれのコンパレータ 340 と発信機 70 との間の電路上に設けられている。具体的には、各コンパレータ 340 は、その正極側入力端子がコンパレータ 340 の出力端子に接続されていると共に、その負極側入力端子が大地 (対地電位) G に接続されている。また、各コンパレータ 440 は、その出力端子が発信機 70 に接続されている。

10

#### 【0083】

基準電源 460 は、上記所定の逆電圧値 (電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値) に対応する基準電位差をコンパレータ 440 の負極側入力端子に印加する。基準電源 460 は、コンパレータ 340 の負極側入力端子と大地 G との間の電路上に設けられている。この基準電源 460 により、コンパレータ 440 は、太陽電池クラスタ 20 に所定の逆電圧値が印加されたとき、出力電圧を OFF 信号として発信機 70 へ出力する。また、本実施形態のコンパレータ 340 は、その入力側と出力側との間に絶縁能力を有する絶縁型のものとされている。

#### 【0084】

20

本実施形態の故障検知装置 490 では、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障時において、複数の太陽電池ユニット 10 の何れかの太陽電池クラスタ 20 に所定の逆電圧 (電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値) が印加されると、コンパレータ 340 から出力電圧がコンパレータ 440 へ出力され、当該コンパレータ 440 により OFF 信号が発信機 70 へ出力される (検知工程)。これにより、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障が検知される。そして、OFF 信号が発信機 70 へ出力されたとき、発信機 70 から受信部 151 へ信号が発信される (信号発信工程)。その結果、太陽電池アレイ 110 の電流が安全に遮断されることとなる。

#### 【0085】

以上、本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上する、及び、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障を精度よく検知するという効果が奏される。また、本実施形態では、上述したように、1 つの基準電源 460 を複数の太陽電池ユニット 10 で兼用することができる。なお、本実施形態では、説明の便宜上、コンパレータ 340, 440 に係るその他の一般的な電源や抵抗等を省略しているが、これら電源や抵抗等が設けられていても勿論よい。

30

#### 【0086】

#### [第 5 実施形態]

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明では、上記第 1 実施形態と異なる点について主に説明する。

#### 【0087】

40

図 8 は、第 5 実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。本実施形態が上記第 1 実施形態と主として異なる点は、上記第 1 実施形態が太陽電池アレイ 110 単位で電流を遮断するのに対し、太陽電池モジュール 100 単位で電流を遮断する点である。

#### 【0088】

具体的には、図 8 に示すように、本実施形態の故障検知装置 590 は、LED 40、受光素子 60 及び発信機 70 (図 2 参照) に代えて、発熱用ダイオード 540 及び温度ヒューズ 560 を太陽電池モジュール 500 に備えている。

#### 【0089】

発熱用ダイオード 540 は、太陽電池クラスタ 20 及びバイパスダイオード 30 に並列

50

接続された反応素子（発熱素子）であり、検知手段を構成する。発熱用ダイオード 540 は、その順方向が太陽電池クラスタ 20 における太陽電池セル 21 の等価寄生ダイオードの順方向に対し逆方向とされている。この発熱用ダイオード 540 にあっては、上記 LED 40 と同様にして、太陽電池クラスタ 20 に所定の逆電圧値（電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値）が印加されたときに電流が流れて反応（発熱）するよう構成されている。

#### 【0090】

この発熱用ダイオード 540 のカソード側は、電路 50 上において太陽電池クラスタ 20 の正極側とバイパスダイオード 30 の接続箇所 01 との間に接続されている。発熱用ダイオード 540 のアノード側は、電路 50 上において太陽電池クラスタ 20 の負極側とバイパスダイオード 30 の接続箇所 02 との間に接続されている。発熱用ダイオード 540 としては、例えば PN ダイオードが用いられている。

10

#### 【0091】

温度ヒューズ 560 は、複数の太陽電池クラスタ 20 及び複数のバイパスダイオード 30 に直列接続された遮断素子であり、検知手段及び遮断手段を構成する。この温度ヒューズ 560 には、複数の太陽電池ユニット 10 の各発熱用ダイオード 540 が接触され、これら発熱用ダイオード 540 の熱が直接的に伝熱可能とされている。つまり、温度ヒューズ 560 及び発熱用ダイオード 540 は、互いに熱的に接触するように配置（熱結合）された素子複合体 510 を形成する。

20

#### 【0092】

この温度ヒューズ 560 は、複数の発熱用ダイオード 540 のうち少なくとも 1 つの発熱用ダイオード 540 の発熱に応じて、複数の太陽電池ユニット 10 に対する接続を切断し、複数の太陽電池ユニット 10（太陽電池モジュール 100）の電流を遮断する。温度ヒューズ 560 は、電路 50 上に 1 つのみ設けられており、一の太陽電池ユニット 10 におけるバイパスダイオード 30 の接続箇所 01 に対し太陽電池クラスタ 20 側と反対側に接続されている。

#### 【0093】

本実施形態の故障検知装置 590 では、少なくとも 1 つの太陽電池ユニット 10 において、バイパスダイオード 30 がオープンモード故障し、太陽電池クラスタ 20 に所定の逆電圧（電圧降下値  $V_b$  よりも大きな電圧降下値）が印加されると、発熱用ダイオード 540 に電流が流れて発熱用ダイオード 540 が発熱され、温度ヒューズ 560 が溶断され切断される（検知工程、遮断工程）。これにより、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障が検知されると共に、複数の太陽電池ユニット 10（太陽電池モジュール 100）の電流が遮断されることとなる。

30

#### 【0094】

以上、本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上する、及び、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障を精度よく検知するという効果が奏される。また、本実施形態では、バイパスダイオード 30 がオープンモード故障したとき、そのバイパスダイオード 30 を含む特定の太陽電池モジュール 100 の電流のみが遮断される。よって、バイパスダイオード 30 のオープンモード故障時に、当該特定の太陽電池モジュール 100 以外の太陽電池モジュール 100 によって発電を好適に継続することができる。

40

#### 【0095】

また、本実施形態では、遮断手段としての温度ヒューズ 560 を太陽電池モジュール 100 に搭載したが（つまり、太陽電池モジュール 100 の内部に設けたが）、遮断手段の一部又は全部は、太陽電池モジュール 100 と別体に（つまり、太陽電池モジュール 100 の外部に）設けられていてもよい。

#### 【0096】

#### [第6実施形態]

次に、本発明の第6実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明では、上記第

50

5 実施形態と異なる点について主に説明する。

【0097】

図9は、第6実施形態に係る故障検知装置を含む太陽光発電システムの太陽電池モジュールを示す構成図である。図9に示すように、本実施形態の故障検知装置690が上記故障検知装置590と異なる点は、発熱用ダイオード540（図8参照）に代えて、制御用ダイオード641及び抵抗642を検知手段として太陽電池モジュール600に備えた点である。

【0098】

制御用ダイオード641は、電流の流れを制御するものであり、太陽電池クラスタ20及びバイパスダイオード30に並列接続されている。この制御用ダイオード641は、その順方向が太陽電池クラスタ20の順方向に対し逆方向とされている。この制御用ダイオード641にあっては、上記発熱用ダイオード540と同様に、太陽電池クラスタ20に所定の逆電圧値（電圧降下値 $V_b$ よりも大きな電圧降下値）が印加されたときに電流を流すよう構成されている。

【0099】

この制御用ダイオード641のカソード側は、電路50上において太陽電池クラスタ20の正極側とバイパスダイオード30の接続箇所01との間に接続されている。制御用ダイオード641のアノード側は、電路50上において太陽電池クラスタ20の負極側とバイパスダイオード30の接続箇所02との間に接続されている。

【0100】

なお、バイパスダイオード30として、上述したように、順方向電圧の小さなショットキーバリアダイオードが用いられていることが多く、この場合には、制御用ダイオード641としては、バイパスダイオード30よりも順方向電圧の大きなPNジャンクションダイオードを用いることができる。また、バイパスダイオード30としてPNジャンクションダイオードが用いられている場合には、制御用ダイオード641として、複数のPNジャンクションダイオードを直列接続して用いることができる。これらにより、容易且つ好適に制御用ダイオード641の上記機能を発揮させることができる。

【0101】

抵抗642は、制御用ダイオード641のそれぞれに直列接続するよう複数設けられており、電流が流れて発熱する反応素子（発熱素子）として機能する。この抵抗642は、温度ヒューズ560が接触され、その熱が温度ヒューズ560に直接的に伝熱可能とされている。つまり、温度ヒューズ560及び抵抗642は、互いに熱的に接触するように配置（熱結合）された素子複合体610を形成する。

【0102】

本実施形態の故障検知装置690では、少なくとも1つの太陽電池ユニット10において、バイパスダイオード30がオープンモード故障し、太陽電池クラスタ20に所定の逆電圧（電圧降下値 $V_b$ よりも大きな電圧降下値）が印加されると、制御用ダイオード641及び抵抗642に電流が流れて抵抗642が発熱され、温度ヒューズ560が溶断され切断される（検知工程、遮断工程）。これにより、バイパスダイオード30のオープンモード故障が検知されると共に、複数の太陽電池ユニット10の電流が遮断されることとなる。

【0103】

この本実施形態においても、上記実施形態と同様な効果、すなわち、発電能力を確保しつつ信頼性を容易に向上する、及び、バイパスダイオード30のオープンモード故障を精度よく検知するという効果が奏される。

【0104】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

【0105】



例えば、太陽電池クラスタ２０を構成する太陽電池セル２１の数は、限定されるものではなく、１つとしてもよいし複数としてもよい。同様に、太陽電池ユニット１０を構成する太陽電池クラスタ２０の数、太陽電池モジュール１００、３００、４００、５００、６００を構成する太陽電池ユニット１０の数、太陽電池ストリング１３０を構成する太陽電池モジュール１００、３００、４００、５００、６００の数、太陽電池アレイ１１０を構成する太陽電池ストリング１３０の数、及び、太陽光発電システム１、２を構成する太陽電池アレイ１１０の数についても、１つとしてもよいし複数としてもよい。

#### 【０１０６】

上記実施形態では、検出手段として、ＬＥＤ４０、受光素子６０、コンパレータ３４０、４４０、発熱用ダイオード５４０、制御用ダイオード６４１及び抵抗６４２を用いたが、これに限定されるものではない。検出手段として、例えば電磁コイル、圧電素子、発熱コイル、及び抵抗器等のその他の素子を用いてもよく、要は、検知手段は、バイパスダイオード３０のオープンモード故障を検知可能なものであればよい。

10

#### 【０１０７】

また、上記実施形態では、検知手段で検知したバイパスダイオード３０のオープンモード故障について、通信（発信機７０及び受信部１５１）又は熱（熱結合）を利用して遮断手段及び表示手段の少なくとも一方へ伝達しているが、光（光結合）を利用して遮断手段及び表示手段の少なくとも一方へ伝達してもよいし、機械的手段（機械的結合）を利用して遮断手段及び表示手段の少なくとも一方へ伝達してもよい。

#### 【０１０８】

20

また、上記実施形態では、温度ヒューズ５６０に代えて、サーモスタットやサーミスタを利用した素子を用いてもよい。さらに、電磁コイルの磁力により電磁開閉器を開閉し電流を遮断してもよいし、例えば圧電素子の圧電効果を利用して開閉器を開閉し電流を遮断してもよい。

#### 【０１０９】

また、本発明の遮断手段は、オープンモード故障したバイパスダイオード３０に係る太陽電池ユニット１０（太陽電池クラスタ２０）の電流を遮断するものであってもよい。また、本発明の信号発信装置は、少なくとも１つの太陽電池モジュール１００、太陽電池ストリング１３０又は太陽電池アレイ１１０においてバイパスダイオード３０のオープンモード故障を検知したとき、信号を発信するものであってもよい。

30

#### 【０１１０】

なお、上記実施形態の故障検知方法は、太陽光発電システム１（太陽電池モジュール１００、太陽電池ユニット１０、太陽電池ストリング１３０、又は太陽電池アレイ１１０）の電流を遮断する電流遮断方法として捉えることもできる。

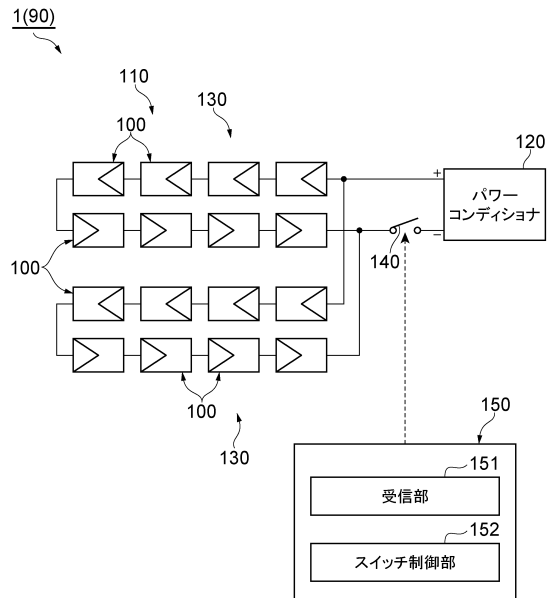
#### 【符号の説明】

#### 【０１１１】

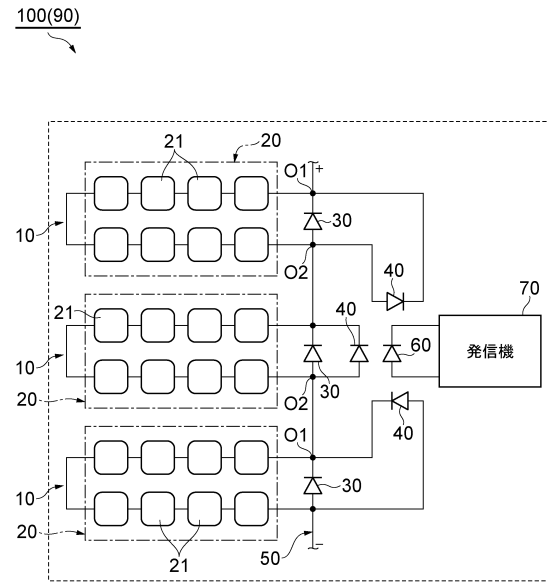
１，２…太陽光発電システム、２０…太陽電池クラスタ（太陽電池）、３０…バイパスダイオード、４０…ＬＥＤ（検知手段）、６０…受光素子（検知手段）、７０…発信機（信号発信装置）、９０，３９０，４９０，４９０，５９０，６９０…故障検知装置、１００，３００，４００，５００，６００…太陽電池モジュール、１３０…太陽電池ストリング、１５１…受信部（信号受信装置）、２５５…表示部（表示装置）、３４０…コンパレータ（検知手段）、３６０…基準電源（検知手段）、４４０…コンパレータ（検知手段）、４６０…基準電源（検知手段）、５４０…発熱用ダイオード（検知手段）、５６０…温度ヒューズ（検知手段）、６４１…制御用ダイオード（検知手段）、６４２…抵抗（検知手段）。

40

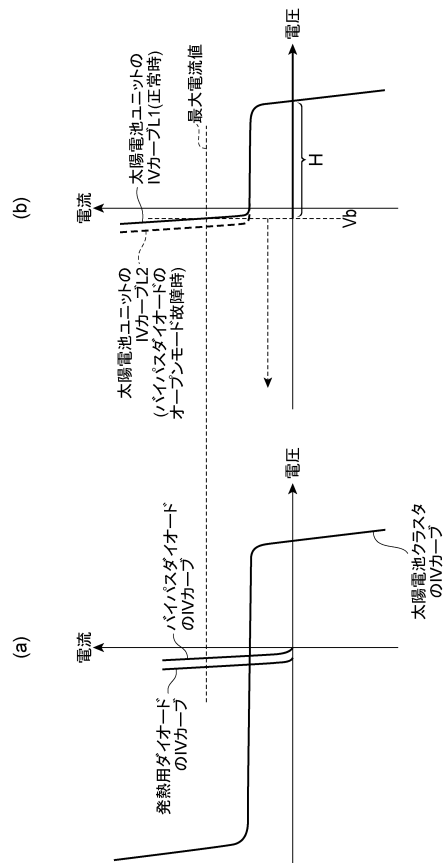
【図 1】



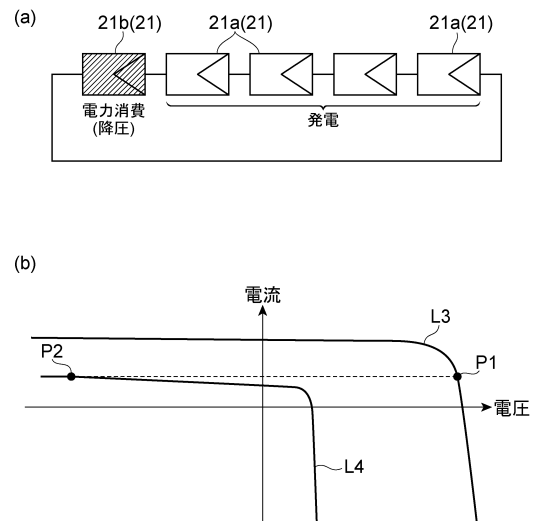
【図 2】



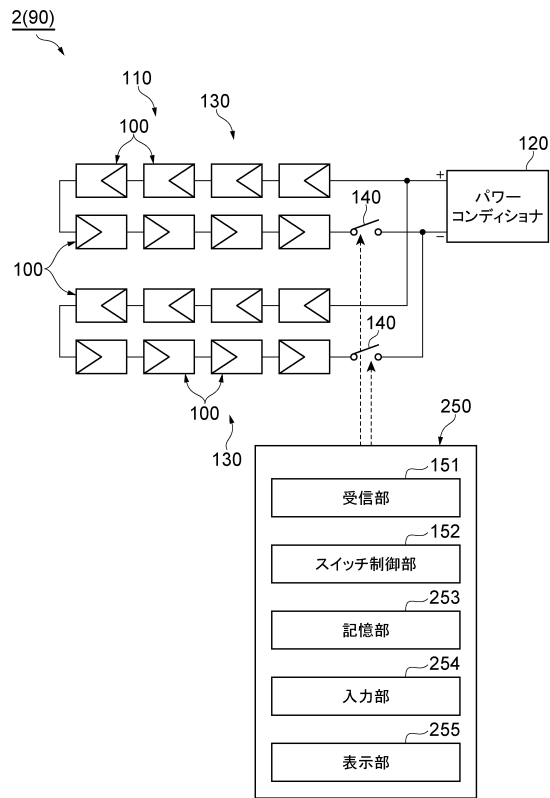
【図 3】



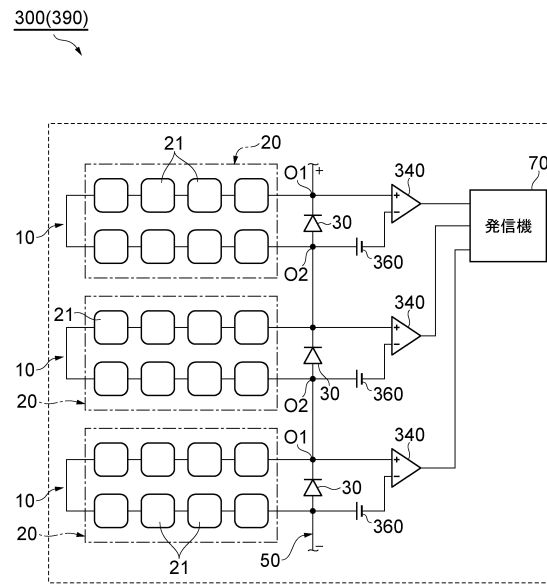
【図 4】



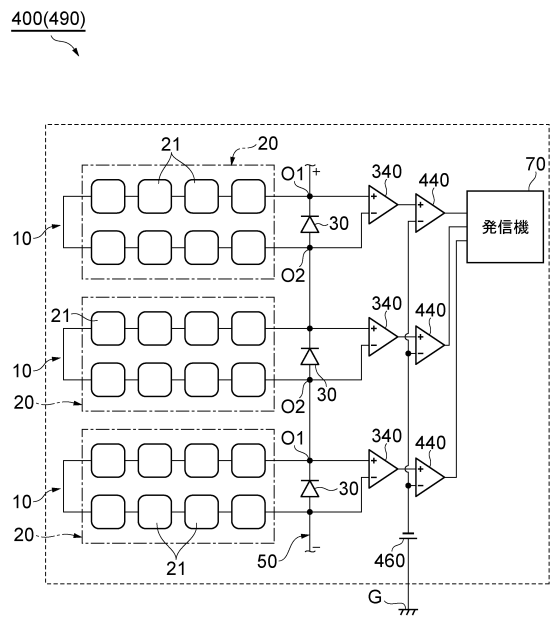
【図 5】



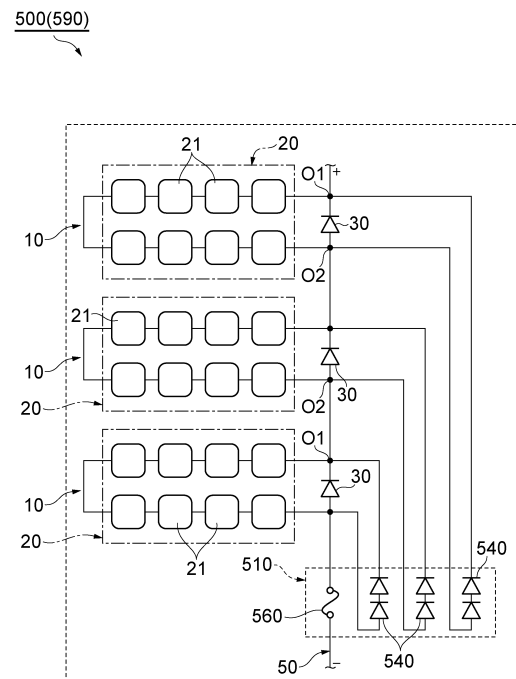
【図 6】



【図 7】



【図 8】





---

フロントページの続き

(72)発明者 石井 隆文

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 J X日鉱日石エネルギー株式会社内

審査官 山本 元彦

(56)参考文献 特開2011-066320(JP, A)

国際公開第2010/052984(WO, A1)

特開2012-156343(JP, A)

特開2001-024204(JP, A)

特開2000-243995(JP, A)

特開2010-186795(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02S 50/00 - 50/15