

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6481571号
(P6481571)

(45) 発行日 平成31年3月13日(2019.3.13)

(24) 登録日 平成31年2月22日(2019.2.22)

(51) Int. Cl.		F I	
HO2S 50/00	(2014.01)	HO2S 50/00	
GO1R 31/02	(2006.01)	GO1R 31/02	

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-180555 (P2015-180555)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成27年9月14日 (2015.9.14)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-60211 (P2017-60211A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成29年3月23日 (2017.3.23)		動堂町801番地
審査請求日	平成30年2月13日 (2018.2.13)	(74) 代理人	100155712
			弁理士 村上 尚
		(72) 発明者	竹内 豪
			熊本県阿蘇市一の宮町宮地4429 オム
			ロン阿蘇株式会社内
		(72) 発明者	三角 修一
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	佐野 彰彦
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査装置および検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1 または複数の太陽電池セルにバイパスダイオードを並列接続した太陽電池モジュールを複数直列接続した太陽電池ストリングを対象に前記太陽電池ストリングの非発電時に検査する検査装置において、

前記太陽電池ストリングの正極と負極との間に交流成分を含む電気信号である断線位置特定信号を印加する印加部と、

前記断線位置特定信号の印加によって、前記太陽電池ストリングの前記太陽電池モジュールのフレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分および前記フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分の少なくとも一方に基づいて断線故障したバイパスダイオードを特定する断線位置特定部と、
を備える検査装置。

【請求項2】

前記太陽電池ストリングが非発電状態にあるか否かを判定する発電状態判定部をさらに備え、

前記太陽電池ストリングが非発電状態にあると前記発電状態判定部が判定した場合において、前記印加部は前記断線位置特定信号を印加し、前記断線位置特定部は断線故障したバイパスダイオードを特定する

請求項1に記載の検査装置。

【請求項3】

10

20

前記断線位置特定部は、前記太陽電池ストリングの前記フレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分または前記フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分と、前記太陽電池ストリングの正極と負極との間の電圧の交流成分との比に基づき断線したバイパスダイオードを特定する請求項 1 または 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記断線位置特定部は、太陽電池ストリングの前記フレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分と、前記フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分との比に基づき断線したバイパスダイオードを特定する請求項 1 または 2 に記載の検査装置。

10

【請求項 5】

さらに、前記バイパスダイオードのいずれかが断線故障しているか否かを判定する断線故障判定部を備え、

前記断線位置特定部は、前記断線故障判定部が前記バイパスダイオードのいずれかに断線故障が発生していると判定し、かつ、前記比が 1 : 1 の場合に、中央のバイパスダイオードが断線故障していると特定する請求項 4 に記載の検査装置。

【請求項 6】

前記断線位置特定信号は、前記バイパスダイオードの順方向の直流成分を含む請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 7】

20

1 または複数の太陽電池セルにバイパスダイオードを並列接続した太陽電池モジュールを複数直列接続した太陽電池ストリングを対象に前記太陽電池ストリングの非発電時に検査する検査方法において、

前記太陽電池ストリングの正極と負極との間に交流成分を含む電気信号である断線位置特定信号を印加する印加工程と、

前記断線位置特定信号の印加によって、前記太陽電池ストリングの前記太陽電池モジュールのフレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分および前記フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分の少なくとも一方に基づいて断線故障したバイパスダイオードを特定する断線位置特定工程と、
を備える検査方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池ストリングを備えた太陽光発電システムの故障を検査する検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽光発電システムは、複数の太陽電池モジュールが直列接続された太陽電池ストリングを備えている。各太陽電池モジュールは、直列接続された複数の太陽電池セルを備え、各太陽電池モジュールには、上記太陽電池セルの電流経路をバイパスするバイパスダイオードが並列に接続されている。

40

【0003】

上記のような太陽電池モジュールのバイパスダイオードは、断線故障を生じることがあり、特許文献 1 ~ 3 には、バイパスダイオードが断線故障していることを検出する技術が開示されている。

【0004】

具体的には、特許文献 1 に記載の構成では、太陽電池ストリングの負極から正極に向けて規定の電流値の電流を流して太陽電池ストリングの負極と正極との間の電位差を測定し、測定した電位差に基づいてバイパスダイオードの故障の有無を判定するようになっている。

50

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 に記載の構成では、太陽電池ストリングの正極に対して負極を基準にした規定値の逆電圧を印加して、太陽電池ストリングの負極から正極に向けて流れる電流値を測定し、測定した電流値に基づいてバイパスダイオードの故障の有無を判定するようになっている。

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 に記載の構成では、太陽電池パネル本体に対し、交流電源を制御してバイパスダイオードを順方向バイアスし、そのときの入力電圧または入力電流と、出力電圧または出力電流とを基にバイパスダイオードの異常の有無を判定するようになっている。

【 0 0 0 7 】

なおバイパスダイオードの断線故障を放置した場合に、断線故障したバイパスダイオードに並列接続された太陽電池セルが正常に発電している場合には問題にならない。しかし当該太陽電池セルに故障が発生した場合や影がかかった場合には、本来バイパスダイオードに電流が迂回するところ、バイパスダイオードが断線故障していると故障または影になっている太陽電池セルにも電流が流れ続ける。故障または影になっているに太陽電池セルは抵抗になるため、電流が流れると高温になり危険である。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 0 1 1 4 2 7 号公報 (2 0 1 4 年 1 月 2 0 日 公 開)

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 4 - 0 1 1 4 2 8 号公報 (2 0 1 4 年 1 月 2 0 日 公 開)

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 2 - 2 3 8 7 1 6 号公報 (2 0 1 2 年 1 2 月 6 日 公 開)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 ~ 3 に記載の技術によれば、太陽電池ストリングに含まれる太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合に、いずれかの太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障していることは検出できる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、上記いずれの特許文献に記載の技術によっても、太陽電池ストリングに含まれる太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合に、断線故障しているバイパスダイオードを特定することができない。

【 0 0 1 1 】

したがって、本発明は、太陽電池ストリングの太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合に、断線故障しているバイパスダイオードを特定する検査装置の提供を目的としている。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

上記の課題を解決するために、本発明の検査装置は、1 または複数の太陽電池セルにバイパスダイオードが並列接続された太陽電池モジュールを複数直列接続した太陽電池ストリングを対象に前記太陽電池ストリングの非発電時に検査する検査装置において、前記太陽電池ストリングの正極と負極との間に交流成分を含む電気信号である断線位置特定信号を印加する印加部と、前記断線位置特定信号の印加によって、太陽電池ストリングのフレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分および前記フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分の少なくとも一方に基づいて断線故障したバイパスダイオードを特定する断線位置特定部とを備えている。

【 0 0 1 3 】

上記の構成によれば、印加部は、太陽電池ストリングの正極と負極との間に交流成分を含む電気信号である断線位置特定信号を印加する。断線位置特定部は、断線位置特定信号の印加によって、太陽電池ストリングのフレームグランドと正極との間に現れる電圧の交

10

20

30

40

50

流成分およびフレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分の少なくとも一方に基づいて断線故障したバイパスダイオードを特定する。

【0014】

すなわち、太陽電池ストリングの正極と負極との間に断線位置特定信号を印加した場合に発生する、太陽電池ストリングのフレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分およびフレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分は、断線故障したバイパスダイオードの位置を反映したものとなる。したがって、断線位置特定信号によって発生する、前記交流成分の少なくとも一方に基づいて、断線故障したバイパスダイオードを特定することができる。

【0015】

上記の検査装置は、前記太陽電池ストリングが非発電状態にあるか否かを判定する発電状態判定部をさらに備え、前記太陽電池ストリングが非発電状態にあると前記発電状態判定部が判定した場合において、前記印加部は前記断線位置特定信号を印加し、前記断線位置特定部は断線故障したバイパスダイオードを特定する。

【0016】

上記の構成によれば、発電状態判定部は、検査対象の太陽電池ストリングが非発電状態にあるか否かを判定する。太陽電池ストリングの非発電状態において、太陽電池ストリングの正極と負極との間に断線位置特定信号を印加した場合、バイパスダイオードが断線故障していれば、太陽電池ストリングは、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュールの例えば並列抵抗成分と、断線故障しているバイパスダイオードと太陽電池ストリングの正極および負極との間の各太陽電池モジュールによる対地静電容量との簡単な等価回路によって示すことができる。

【0017】

そこで、太陽電池ストリングが非発電状態にあると発電状態判定部が判定した場合に、印加部が断線位置特定信号を印加することにより、断線位置特定部は断線故障したバイパスダイオードを容易に特定することができる。

【0018】

上記の検査装置において、前記断線位置特定部は、前記太陽電池ストリングの前記フレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分または前記フレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分と、前記太陽電池ストリングの正極と負極との間の電圧の交流成分との比に基づき断線したバイパスダイオードを特定する。

【0019】

上記の構成によれば、太陽電池ストリングのいずれかの太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合、断線故障しているバイパスダイオードの位置は、太陽電池ストリングのフレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分またはフレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分と、太陽電池ストリングの正極と負極との間の電圧の交流成分との比として表すことができる。したがって、断線位置特定部は、前記比に基づき断線したバイパスダイオードを特定することができる。

【0020】

上記の検査装置において、前記断線位置特定部は、太陽電池ストリングの前記フレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分と、前記フレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分との比に基づき断線したバイパスダイオードを特定する。

【0021】

上記の構成によれば、断線位置特定部は、太陽電池ストリングのフレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分と、フレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分との比に基づき断線したバイパスダイオードを特定する。

【0022】

すなわち、太陽電池ストリングの正極と負極との間に断線位置特定信号を印加した場合に発生する、太陽電池ストリングのフレームグラウンドと正極との間に現れる電圧の交流成分、およびフレームグラウンドと負極との間に現れる電圧の交流成分は、断線故障したバイ

10

20

30

40

50

パスダイオードの位置を反映したものとなる。したがって、断線位置特定部は、断線位置特定信号によって発生する、太陽電池ストリングのフレームグランドと正極との間に現れる電圧の交流成分と、フレームグランドと負極との間に現れる電圧の交流成分との比に基づき、断線したバイパスダイオードを特定することができる。

【0023】

上記の検査装置は、さらに、前記バイパスダイオードのいずれかが断線故障しているか否かを判定する断線故障判定部を備え、前記断線位置特定部は、前記断線故障判定部が前記バイパスダイオードのいずれかに断線故障が発生していると判定し、かつ、前記比が等しい場合に、中央のバイパスダイオードが断線故障していると特定する。

【0024】

上記の構成によれば、断線故障判定部は、バイパスダイオードのいずれかが断線故障しているか否かを判定する。断線位置特定部は、断線故障判定部がバイパスダイオードのいずれかに断線故障が発生していると判定し、かつ、太陽電池ストリングのフレームグランド電位に対する正極の交流電位と、負極の交流電位との比が等しい場合に、中央のバイパスダイオードが断線故障していると特定する。

【0025】

これにより、太陽電池ストリングの中央のバイパスダイオードが断線故障している場合であっても、断線故障しているバイパスダイオードを適切に特定することができる。

【0026】

上記の検査装置において、前記断線位置特定信号は、前記バイパスダイオードの順方向の直流成分を含む。

【0027】

上記の構成によれば、断線位置特定信号がバイパスダイオードの順方向の直流成分を含んでいることにより、断線位置特定信号が交流成分のみを含んでいる場合と比較して、断線故障しているバイパスダイオードを特定する動作を高精度に行うことができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明の構成によれば、太陽電池ストリングの太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合に、断線故障しているバイパスダイオードを特定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施の形態の検査装置を備えた太陽光発電システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した太陽電池ストリングにおいて、P端子側から見て5番目の太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している状態を示す概略の回路図である。

【図3】図3の(a)は、図2に示した太陽電池ストリングの等価回路、図3の(b)は、図3の(a)の等価回路を簡略化した等価回路、図3の(c)は、図3の(b)の等価回路を簡略化した等価回路である。

【図4】図4の(a)は、図3の(c)の等価回路における各部の電圧の関係を説明した回路図である。図4の(b)は、図1に示した太陽電池ストリングにおける、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュールを基準としたP端子側の対地静電容量とN端子側の対地静電容量との関係を詳細に示す説明図である。

【図5】図5の(a)は、いずれの太陽電池モジュールもバイパスダイオードが断線故障していない場合、およびいずれかの太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障している場合における、太陽電池ストリングの非発電状態での電流の流れを示す概略の回路図である。図5の(b)は、図5の(a)に示した各場合における太陽電池ストリングのI-V曲線を示すグラフである。

【図6】図1に示した検査装置による太陽電池ストリングの検査動作の概要を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 7】図 1 に示した検査装置による、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュールの有無の検出動作を示すフローチャートである。

【図 8】図 1 に示した検査装置による、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュールの特定動作を示すフローチャートである。

【図 9】本発明の実施の形態の検査装置によるバイパスダイオードの断線位置の計測結果を示すグラフである。

【図 10】本発明の他の実施の形態の検査装置における、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュールの特定動作を示すフローチャートである。

【図 11】太陽電池パネル、太陽電池モジュール、太陽電池セルおよびバイパスダイオードの関係を示す図である。

【図 12】図 3 の(c)の等価回路において、太陽電池モジュールのバイパスダイオードが断線故障していない場合の等価回路である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

[実施の形態 1]

本発明の実施の形態を図面に基づいて以下に説明する。本実施の形態の検査装置は、太陽電池ストリングの断線故障しているバイパスダイオードの位置を特定する。この動作において、本実施の形態の検査装置は、断線故障しているバイパスダイオードを含む太陽電池モジュールを特定するようになっている。なお、断線故障したバイパスダイオードを特定するというのは、「太陽電池ストリングから n 本目 (n は自然数) のバイパスダイオードが断線故障を起こしている」と特定することを含むのは勿論のこと、「太陽電池ストリングの正極から n 枚目 (n は自然数) の太陽電池モジュールに断線故障したバイパスダイオードが存在する」というように太陽電池モジュール単位で特定するような様々な特定の方法が含まれる。

【0031】

図 1 は、本発明の実施の形態の検査装置 11 を備えた太陽光発電システム 1 の構成を示すブロック図である。なお、以下に示す各図において、FG はフレームグラウンドを示し、GND は、検査装置 11 のグラウンド (GND) を示している。

【0032】

[太陽光発電システム 1 の構成]

図 1 に示すように、太陽光発電システム 1 は、複数の太陽電池モジュール 2 が直列接続されて構成された太陽電池ストリング 3 を備えている。太陽電池モジュール 2 は、直列接続された複数の太陽電池セルを備え、パネル状に形成されている。太陽電池ストリング 3 にて発電された電力は、電力線路である電力通電路 4a, 4b を通じて PCS (パワーコンディショニングシステム) 5 に供給される。例えば、通電路 4a には、逆流防止用のダイオード 6 が設けられている。なお、図 1 では、一例として、太陽電池ストリング 3 は 6 個の太陽電池モジュール 2 が直列接続されている場合を示している。各太陽電池モジュール 2 とフレームグラウンド FG との間には対地静電容量 C_g が生じている。

【0033】

[検査装置 11 の構成]

検査装置 11 は、太陽電池ストリング 3 に含まれる太陽電池モジュール 2 のバイパスダイオードの断線の有無を検査し、バイパスダイオードが断線故障している場合には、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 を特定する。この検査は、例えば毎日、あるいは所定の期間ごとに行う。

【0034】

このために、検査装置 11 は、PV 電圧計測回路 21、PV 電流計測回路 22、切替りレー 23P, 23N、検査通電路 24、切替りレー 25、信号注入回路 26、発振回路 27、信号電圧計測回路 28 および演算制御装置 30 を備えている。

【0035】

(PV 電圧計測回路 21、PV 電流計測回路 22)

PV電圧計測回路21は、太陽電池ストリング3のPN端子間の電圧、すなわち太陽電池ストリング3の出力電圧を計測する。ここでいう「出力電圧」とは太陽電池ストリング3の電圧の直流成分や交流成分を含む。ここで交流成分というのは実効値やPeak to Peakなど電圧振幅に関する値であればよい。この計測結果は演算制御装置30へ入力される。PV電流計測回路22は、電力通電路4a, 4bに設けられ、電力通電路4a, 4bを流れる電流、すなわち太陽電池ストリング3の出力電流を計測する。この計測結果は演算制御装置30へ入力される。

【0036】

(切替りリレー23P, 23N)

切替りリレー23P, 23Nは、電力通電路4a, 4bに設けられ、太陽電池ストリング3から出力される電力の供給経路を、PCS5側と検査通電路24側との間で切り替える。具体的には、切替りリレー23Pの可動接点23Paは太陽電池ストリング3のP端子と接続され、固定接点23PbはPV電流計測回路22を介してPCS5と接続され、固定接点23Pcは検査通電路24と接続されている。同様に、切替りリレー23Nの可動接点23Naは太陽電池ストリング3のN端子と接続され、固定接点23NbはPV電流計測回路22を介してPCS5と接続され、固定接点23Ncは検査通電路24と接続されている。

10

【0037】

(切替りリレー25)

切替りリレー25は、検査通電路24に設けられ、信号電圧計測回路28の入力端子の接続を太陽電池ストリング3のP端子側とN端子側との間で切り替える。具体的には、切替りリレー25の可動接点25aは信号電圧計測回路28の入力端子と接続され、固定接点25bは検査通電路24を介して切替りリレー23Pの固定接点23Pcと接続され、固定接点25cは検査通電路24を介して切替りリレー23Nの固定接点23Ncと接続されている。検査通電路24は、切替りリレー25と切替りリレー23Pと間において、検査装置11のグランド(GND)と接続されている。

20

【0038】

(発振回路27、信号注入回路26)

発振回路27は、信号注入回路(印加部)26にて使用される信号を発振して信号注入回路26へ供給する。信号注入回路26は、発振回路27から供給された信号等に基づいて、太陽電池ストリング3へ注入する検査信号51(図1参照)を生成し、生成した検査信号51を切替りリレー23Nを介して太陽電池ストリング3のN端子へ供給する。なお、検査信号51は、切替りリレー23Pを介して太陽電池ストリング3のP端子へ供給される構成であってもよい。この場合、検査通電路24は、切替りリレー25と切替りリレー23Nと間において、検査装置11のグランド(GND)と接続される。

30

【0039】

(検査信号51)

検査信号51には、太陽電池ストリング3の太陽電池モジュール2にバイパスダイオードの断線が生じているか否かを検出するための断線検査信号51a(図1参照)、およびバイパスダイオードの断線が生じている場合に、その太陽電池モジュール2を特定するための断線位置特定信号51b(図1参照)が含まれる。本実施の形態において、断線検査信号51aには直流(直流電流)の信号を使用し、断線位置特定信号51bには直流(直流電圧)に交流(交流電圧)を重畳した信号を使用する。

40

【0040】

断線位置特定信号51bに含まれる交流成分は、正弦波であることが好ましいものの、これに限定されることなく、どのような交流成分であってもよい。また、断線位置特定信号51bの交流成分の周波数は、1Hz~10kHzの間の周波数であればよく、このうちの低周波数の交流であることがより好ましい。これは、図3(a)~(c)で後述する説明において、断線位置特定信号51bの交流成分が高周波になると容量成分のインピーダンスが低下し、断線位置特定信号51bがRsh5ではなく、Cp5を通過してしまう

50

ためである。この結果、図3(a)から図3(b)への簡易化が成り立たず、断線故障したバイパスダイオードの位置特定の誤差が大きくなる。また、断線位置特定信号51bは、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定精度上、直流(直流電圧)に交流(交流電圧)を重畳した信号が好ましいものの、交流のみの信号であってもよい。

【0041】

(信号電圧計測回路28)

信号電圧計測回路28は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2が存在する場合に、切替りレー25の切り替えに応じて、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2のフレームグランドFGと太陽電池ストリング3のPN端子間の電圧の交流成分(V_{n-fg} および V_{fg-p})を計測する。

10

【0042】

この際、信号電圧計測回路28は、ローパスフィルタあるいはバンドパスフィルタを含み、信号電圧計測回路28にて計測された電圧からノイズ成分を除去するのが好ましい。信号電圧計測回路28にて計測された電圧は、演算制御装置30へ入力される。

【0043】

(演算制御装置30)

演算制御装置30は、CPUを有するマイクロコンピュータにて構成され、PV電圧演算部41、PV電流演算部42、PWM可変部43、信号電圧演算部44、故障演算部(断線位置特定部、断線故障判定部)45および制御部(発電状態判定部)46を備えている。

20

【0044】

PV電圧演算部41は、PV電圧計測回路21にて計測された太陽電池ストリング3の出力電圧を制御部46での処理に適したデータに変換する。PV電流演算部42は、PV電流計測回路22にて計測された太陽電池ストリング3の出力電流を制御部46での処理に適したデータに変換する。

【0045】

PWM可変部43は、発振回路27を制御し、発振回路27が発振する信号の周波数を検査信号51として好適な周波数に調整する。

【0046】

信号電圧演算部44は、信号電圧計測回路28にて計測された電圧を故障演算部45での処理に適したデータに変換する。

30

【0047】

故障演算部45は、検査装置11による太陽電池ストリング3の検査時において、信号電圧演算部44およびPV電圧演算部41から提供されるデータに基づいて、太陽電池ストリング3における、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の有無を検出する。また、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2が存在する場合に、その太陽電池モジュール2を特定する。故障演算部45は、特定結果を制御部46へ出力する。

【0048】

制御部46は、切替りレー23P, 23Nの切り替え、および切替りレー25の切り替えを制御する。具体的には、太陽電池ストリング3が発電した電力をPCS5へ供給する場合には、太陽電池ストリング3が電力通電路4a, 4bを接続されるように切替りレー23P, 23Nを切り替える。一方、太陽電池ストリング3の非発電状態において、検査装置11により太陽電池ストリング3の検査を行う場合には、太陽電池ストリング3が検査通電路24と接続されるように、切替りレー23P, 23Nを切り替える。

40

【0049】

また、制御部46は、PV電圧演算部41から供給される太陽電池ストリング3の出力電圧を示すデータ、およびPV電流演算部42から供給される太陽電池ストリング3の出力電流を示すデータから、太陽電池ストリング3が非発電状態であるかどうか(例えば夜

50

間であるかどうか)を判定する。

【0050】

(バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定原理)

次に、検査装置11によるバイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定原理について説明する。図2は、図1に示した太陽電池ストリング3において、P端子側から見て5番目の太陽電池モジュール2(PV5、×印)のバイパスダイオードD5が断線故障している状態を示す概略の回路図である。

【0051】

バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定では、太陽電池ストリング3の非発電時(例えば夜間)に、太陽電池ストリング3のPN端子間に断線位置特定信号51bを印加する。

10

【0052】

図2には、太陽電池ストリング3の非発電時(例えば夜間)に、太陽電池ストリング3のPN端子間に断線位置特定信号51bを印加した場合で、順方向に電圧が印加されているときの各部の電圧の交流成分を示している。図2において、 V_{n-fg} は、太陽電池ストリング3のPN端子間に断線位置特定信号51bを印加した場合の太陽電池ストリング3のN端子と、バイパスダイオードD5が断線故障している太陽電池モジュール2(PV5)のフレームグランドFGとの間の電圧の交流成分である。なお、交流成分というのは実効値やPeak to Peakなど電圧振幅に関する値であればよい。 V_{fg-p} は、太陽電池モジュール2(PV5)のフレームグランドFGと太陽電池ストリング3のP端子との間の電圧の交流成分である。これも V_{fg-p} 同様に実効値やPeak to Peakなど電圧振幅に関する値であればよい。

20

【0053】

図3の(a)は、図2に示した太陽電池ストリング3の等価回路、図3の(b)は、図3の(a)の等価回路を簡略化した等価回路、図3の(c)は、さらに図3の(b)の等価回路を簡略化した等価回路である。なお、図3の(a)において、 R_s は、太陽電池モジュール2の直列抵抗成分である。 R_{sh} は、太陽電池モジュール2の並列抵抗成分である。 C_p は、太陽電池モジュールの容量成分、すなわちpn接合における接合容量である。 C_g は、太陽電池モジュール2と大地との間の寄生容量成分、すなわち太陽電池モジュール2の対地静電容量である。また、各太陽電池モジュール2は、2個の対地静電容量 C_g を有するものとしている。

30

【0054】

図3の(a)の太陽電池ストリング3の等価回路は、太陽電池モジュール2の直列抵抗成分 R_s 、容量成分 C_p 、およびバイパスダイオードDが断線故障していない太陽電池モジュール2の並列抵抗成分 R_{sh} を無視して、図3の(b)のように簡略化することができる。直列抵抗成分 R_s を無視できるのは抵抗値が非常に小さく、短絡とみなせるためである。容量成分 C_p を無視できるのは並列抵抗成分 R_{sh} と比較してインピーダンスが高く、バイパスダイオードD5が断線故障している太陽電池モジュール2に印加される電圧への影響は少ないので開放とみなせるためである。バイパスダイオードDが断線故障していない太陽電池モジュール2の並列抵抗成分 R_{sh} および容量成分 C_p を無視できるのは、太陽電池モジュール2を流れる電流の大部分はバイパスダイオードDを流れて、並列抵抗成分 R_{sh} を流れず開放とみなせるためである。

40

【0055】

また、図3の(b)の等価回路において、バイパスダイオードDは、順方向電圧 V_f が低く、順方向に電圧を印加する場合にはほぼ短絡と見なすことができる。さらに、各対地静電容量 C_g は、並列であるので、バイパスダイオードD5が断線故障している太陽電池モジュール2のフレームグランドFGを基準に、P端子側およびN端子側にてそれぞれ合算することができる。したがって、図3の(b)の太陽電池ストリング3の等価回路は、図3の(c)のように簡略化することができる。また、図3の(b)から図3の(c)への簡略化は、バイパスダイオードDに順方向電圧 V_f が印加されていない状態でも位置特定に大

50

きな誤差を与えない程度に成り立つことが分かっている。例えば断線故障していないダイオードDへ印加される電圧が0.17Vの場合、すなわちダイオードがオンしているとはいえない場合でも、実際に図9に示すように大きな誤差がなく位置特定ができています。

【0056】

上記説明したとおり、太陽電池ストリング3の等価回路は、フレームグランドFGを基準に合算した、直列接続のP端子側の対地静電容量 $C_g(C_gP)$ およびN端子側の対地静電容量 $C_g(C_gN)$ 、ならびにこれら対地静電容量 $C_g(C_gP)$ および $C_g(C_gN)$ に対して並列接続された並列抵抗成分 R_{sh5} のみによって示すことができる。なお、上記の各図において、断線位置特定信号51bに付記している($V_{ac} + V_{dc}$)は、断線位置特定信号51bが直流電圧に交流電圧を重畳した信号であることを示すものである。

10

【0057】

図4の(a)は、図3の(c)の等価回路における各部の電圧の関係を説明した回路図である。図4の(b)は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2を基準とした、太陽電池ストリング3のP端子側の対地静電容量 $C_g(C_gP)$ とN端子側の対地静電容量 $C_g(C_gN)$ との関係を詳細に示す説明図である。

【0058】

図4の(a)に示すように、太陽電池ストリング3のPN端子間の電圧の交流成分 V_{p-n} は、

$$V_{p-n} = V_{n-fg} + V_{fg-p}$$

20

である。なお、交流成分というのは実効値やPeak to Peakなど電圧振幅に関する値であればよい。

【0059】

また、図4の(a)に示すように、P端子側から5番目の太陽電池モジュール2(PV5)のバイパスダイオードが断線故障している場合、フレームグランドFGを基準とするP端子側の対地静電容量 $C_g(C_gP)$ とN端子側の対地静電容量 $C_g(C_gN)$ との比は、

$$C_gP : C_gN = 9 : 3 = 4.5 \text{ 枚目} : 1.5 \text{ 枚目}$$

となり、P側から見た時に5枚目の太陽電池モジュール2が、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2となる。この場合、断線位置特定信号51bの交流成分が例えば12Vであれば、 V_{fg-p} と V_{n-fg} との比は、 C_gP と C_gN との比の逆数であるから、

30

$$V_{fg-p} : V_{n-fg} = 3V : 9V$$

となる。したがって、 V_{fg-p} と V_{n-fg} との比が求めれば、断線故障しているバイパスダイオード、すなわちバイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2を特定することができる。

【0060】

なお、 V_{p-n} は、断線位置特定信号51bの電圧の交流成分に相当するので、あらかじめ既知の電圧として扱ってもよい。この場合、 V_{fg-p} と V_{n-fg} との比は、 V_{fg-p} または V_{n-fg} のいずれか一方を測定すれば、求めることができる。

40

【0061】

(バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の有無の特定原理)

太陽電池ストリング3の非発電状態(例えば夜間)において、太陽電池ストリング3に対して信号注入回路26から直流電流を注入した場合、太陽電池ストリング3を流れる電流は図5の(a)に示すようになる。すなわち、いずれの太陽電池モジュール2もバイパスダイオードDが断線故障していない場合(以下、正常時と称する)、電流Iは、実線にて示すように、バイパスダイオードDのみを流れる。したがって、正常時のI-V曲線は、図5の(b)に実線にて示すようになる。

【0062】

一方、いずれかの太陽電池モジュール2のバイパスダイオードが断線故障している場合

50

(例えばP端子に最も近い太陽電池モジュール2のバイパスダイオードD(図5の(a)に示す(x)のバイパスダイオードD))が断線故障している場合(以下、断線故障時と称する)、電流Iは、破線にて示すように流れる。具体的には、電流Iは、バイパスダイオードDが断線故障していない太陽電池モジュール2においてはバイパスダイオードDを流れ、バイパスダイオードDが断線故障している太陽電池モジュール2においては太陽電池セルを流れる。したがって、断線故障時のI-V曲線は、図5の(b)に破線にて示すように、正常時のI-V曲線よりも順方向電圧V_fからの電流の上昇カーブが緩やかなものとなる。

【0063】

したがって、図5の(b)に示すように、第1の直流電流I₁を注入したときの太陽電池ストリング3のPN端子間の直流電圧|V_{pn1}|と第2の直流電流I₂(I₂>I₁)を注入したときの太陽電池ストリング3のPN端子間の直流電圧|V_{pn2}|との差電圧である電圧V_{pn d}(|V_{pn2}|-|V_{pn1}|)は、正常時には小さくなる一方、断線故障時には大きくなる。そこで、正常時の電圧V_{pn d}と断線故障時の電圧V_{pp d}とに基づいて閾値V_{pn th}を設定しておく(例えば正常時の電圧V_{pn d}と断線故障時の電圧V_{pn d}との間の電圧に閾値V_{pn th}を設定しておく)、閾値V_{pn th}と検査時の電圧V_{pn d}とを比較することにより、太陽電池モジュール2の断線故障の有無を検出することができる。

【0064】

なお、本実施の形態において、閾値V_{pn th}はバイパスダイオードの順方向電圧V_fとしている。

【0065】

また、バイパスダイオードDが断線故障している太陽電池モジュール2の有無の検出は、一例として示した上記の手法によって行うことができるものの、その他、例えば特許文献1~3に記載の手法により行うことができる。

【0066】

また、太陽電池ストリング3の非発電状態、例えば夜間の判定は、太陽電池ストリング3のPN端子間の直流電圧や出力電流を使用し、次のようにして行う。

(1)太陽電池ストリング3のPN端子間の直流電圧を測定し、PN端子間の電圧について所定値以下の状態が所定時間以上継続したかどうかを判定する。

(2)上記(1)の判定において、PN端子間の直流電圧の所定値以下の状態が所定時間以上継続した場合、太陽電池ストリング3の出力電流を測定し、出力電流が所定値以下であれば夜間と判定する。なお、本実施の形態において、出力電流の測定はPV電流計測回路が行うようになっている。

【0067】

(検査装置11の動作の概要)

上記の構成において、検査装置11による、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の有無の検出動作、およびバイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作について説明する。

【0068】

図6は、検査装置11による太陽電池ストリング3の検査動作の概要を示すフローチャートである。図7は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の有無の検出動作を示すフローチャートである。図8は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作を示すフローチャートである。

【0069】

図6に示すように、検査装置11による太陽電池ストリング3の検査においては、まず、作業者が検査装置11に対して検査対象の太陽電池ストリング3に含まれる太陽電池モジュール2の数を入力する(S11)。このために、検査装置11は入力操作を受け付ける入力操作部(例えば入力キーやキーボード)を備えている。あるいは、入力操作部(例えばキーボード)を接続できるようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

次に、制御部 4 6 は、P V 電圧計測回路 2 1 および P V 電圧演算部 4 1 を経て入力された太陽電池ストリング 3 の P N 端子間の直流電圧、ならびに P V 電流計測回路 2 2 および P V 電流演算部 4 2 を経て入力された太陽電池ストリング 3 の上記出力電流に基づいて、太陽電池ストリング 3 が非発電状態（現在夜間）であるかどうかを判定する（S 1 2）。

【 0 0 7 1 】

S 1 2 での判定の結果、太陽電池ストリング 3 が非発電状態であれば、検出対象の太陽電池ストリング 3 が P C S 5 と接続された状態（図 1 の状態）から検査通電路 2 4 すなわち検査装置 1 1 と接続された状態（太陽電池ストリング 3 が P C S 5 から解列し検査装置 1 1 と接続）となるように、切替えリレー 2 3 P , 2 3 N を切り替える（S 1 3）。切替えリレー 2 3 P , 2 3 N を切り替えた状態は図 1 において二点鎖線にて示す。

10

【 0 0 7 2 】

なお、S 1 2 の判定動作は、検査装置 1 1 が常設の装置（据え置き型の装置）ではなく、作業者が携帯できる携帯型の装置である場合、作業者の判断にて行われるので、不要としてもよい。

【 0 0 7 3 】

次に、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の有無の検出動作を行う（S 1 4）。S 1 4 での検出動作の結果、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 があれば（S 1 5）、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の特定動作を行う（S 1 6）。その後、S 1 7 へ進む。一方、S 1 4 での検出動作の結果、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 がなければ、S 1 7 へ進む。

20

【 0 0 7 4 】

S 1 7 では、制御部 4 6 は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 がある場合、その太陽電池モジュール 2 についての特定結果を検査装置 1 1 の表示部（図示せず）に表示し、かつ外部サーバへ連絡する。一方、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 がいない場合には、その旨を上記表示部に表示し、かつ外部サーバへ連絡する。

【 0 0 7 5 】

その後、制御部 4 6 は、検出対象の太陽電池ストリング 3 が P C S 5 と接続された状態（太陽電池ストリング 3 が検査装置 1 1 から解列し P C S 5 と接続、図 1 の状態）となるように、切替えリレー 2 3 P , 2 3 N を切り替え（S S 1 8）、動作を終了する。切替えリレー 2 3 P , 2 3 N を切り替えた状態は図 1 において実線にて示す。

30

【 0 0 7 6 】

（バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の有無の検出動作）

次に、図 6 の S 1 4 に示した、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の有無の判定動作について説明する。

【 0 0 7 7 】

この判定動作においては、図 7 に示すように、信号注入回路 2 6 から太陽電池ストリング 3 に断線検査信号 5 1 a として第 1 の直流電流 I_1 を注入し（S 3 1）、太陽電池ストリング 3 の P N 端子間の直流電圧 V_{pn1} を P V 電圧計測回路 2 1 によって測定する（S 3 2）。P V 電圧計測回路 2 1 が測定した直流電圧 V_{pn1} は、P V 電圧演算部 4 1 を介して故障演算部 4 5 へ入力される。

40

【 0 0 7 8 】

次に、信号注入回路 2 6 から太陽電池ストリング 3 に断線検査信号 5 1 a として第 2 の直流電流 I_2 ($I_2 > I_1$) を注入し（S 3 3）、太陽電池ストリング 3 の P N 端子間の直流電圧 V_{pn2} を P V 電圧計測回路 2 1 によって測定する（S 3 4）。P V 電圧計測回路 2 1 が測定した直流電圧 V_{pn2} は、同様に、P V 電圧演算部 4 1 を介して故障演算部 4 5 へ入力される。

【 0 0 7 9 】

50

次に、故障演算部 45 は、直流電圧 $|V_{pn1}|$ と直流電圧 $|V_{pn2}|$ とから電圧 V_{pnd} ($V_{pnd} = |V_{pn2}| - |V_{pn1}|$) を求め、電圧 V_{pnd} をあらかじめ設定されている閾値 V_{pnth} と比較する (S35)。

【0080】

この結果、電圧 V_{pnd} が閾値 V_{pnth} よりも大きければ、故障演算部 45 は、太陽電池ストリング 3 には、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 が有り、すなわちバイパスダイオードの断線故障有りと判定する (S36)。一方、電圧 V_{pnd} が閾値 V_{pnth} 以下であれば、故障演算部 45 は、太陽電池ストリング 3 には、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 が無し、すなわちバイパスダイオードの断線故障無しと判定する (S37)。

【0081】

(バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の特定動作)

次に、図 6 の S16 に示した、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の特定動作について説明する。故障演算部 45 は、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 が有りと判定した場合に、この動作を行う。

【0082】

この特定動作においては、図 8 に示すように、まず太陽電池ストリング 3 の P N 端子間 (正負極間) に、信号注入回路 26 から直流に交流が重畳された断線位置特定信号 51b を印加する (S51)。

【0083】

次に、切替りリレー 25 を太陽電池ストリング 3 の P 端子側に切り替えて、信号電圧計測回路 28 により、P 端子 (正極) とフレームグランド FG との間の電圧の交流成分 V_{fg-p} を測定する (S52)。また、切替りリレー 25 を太陽電池ストリング 3 の N 端子側に切り替えて、信号電圧計測回路 28 により、N 端子 (負極) とフレームグランド FG との間の電圧の交流成分 V_{n-fg} を測定する (S53)。

【0084】

信号電圧計測回路 28 により測定された電圧の交流成分 V_{fg-p} および電圧の交流成分 V_{n-fg} は、演算制御装置 30 の信号電圧演算部 44 を介して、故障演算部 45 へ入力される。なお、S52 の動作および S53 の動作の順序はどちらが先であってもよい。

【0085】

次に、故障演算部 45 は、太陽電池ストリング 3 の太陽電池モジュール 2 の枚数 N 、電圧の交流成分 V_{fg-p} および電圧の交流成分 V_{n-fg} を使用し、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 の P 端子 (正極) からの位置を

$$N \times V_{n-fg} / (V_{fg-p} + V_{n-fg}) \text{ 枚目}$$

と特定する (S54)。この結果は制御部 46 へ出力する。

【0086】

なお、図 8 に示した動作では、 $V_{fg-p} + V_{n-fg}$ を求めるために、 V_{fg-p} および V_{n-fg} の両方を測定している。しかしながら、 $V_{fg-p} + V_{n-fg}$ は断線位置特定信号 51b の電圧であり、断線位置特定信号 51b の電圧があらかじめ分かっている場合には、 V_{fg-p} および V_{n-fg} の両方を測定する必要はない。

【0087】

また、上記の式に示すように、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール 2 を求めるのに、 $V_{fg-p} + V_{n-fg}$ に対する V_{n-fg} の比率を使用している。しかしながら、これに代えて、 $V_{fg-p} + V_{n-fg}$ に対する V_{fg-p} の比率を使用してもよい。すなわち、断線位置特定信号 51b の電圧があらかじめ分かっている場合には、 V_{fg-p} または V_{n-fg} のいずれか一方を測定すればよい。以上の点は、他の実施の形態の検査装置 11 においても同様である。

【0088】

(実験結果)

次に、検査装置 11 によりバイパスダイオードの断線位置を計測した結果について説明

10

20

30

40

50

する。図9は、検査装置11によるバイパスダイオードの断線位置の計測結果を示すグラフである。

【0089】

実験に使用した太陽電池ストリング3は、多結晶の太陽電池モジュール2を12枚直列接続したものである。

【0090】

図9において、横軸は、断線故障しているバイパスダイオードの実際の位置（太陽電池ストリング3の正極からの位置（本目））であり、縦軸は、検査装置11による断線故障しているバイパスダイオードの計測位置（太陽電池ストリング3の正極からの位置（本目））である。また、「実際の故障位置」は、断線故障しているバイパスダイオードの実際の位置である。「計測結果」は、検査装置11による断線故障しているバイパスダイオードの計測位置である。「シミュレーション」は、太陽電池ストリング3の等価回路に基づいてシミュレーションを行った結果の断線故障しているバイパスダイオードの箇所である。

10

【0091】

図9の実験結果では、太陽電池ストリング3の正極からの5本目～10本目のバイパスダイオードが断線故障している各場合において、1本の計測誤差が生じたものの、検査装置11によれば、断線故障しているバイパスダイオードをほぼ正確に特定できることが確認でき、高精度でバイパスダイオードが断線した太陽電池モジュール2を特定することができる。

20

【0092】

（検査装置11の利点）

以上のように、本実施の形態の検査装置11では、1または複数の太陽電池セルにバイパスダイオードを並列接続した太陽電池モジュールを複数直列接続した太陽電池ストリング3のPN端子間に断線位置特定信号51bを印加し、これにより生じる、太陽電池ストリング3のフレームグランドと正極（P端子）との間に現れる電圧の交流成分およびフレームグランドと負極（N端子）との間に現れる電圧の交流成分の少なくとも一方に基づいて断線故障したバイパスダイオードを特定している。したがって、太陽電池ストリング3の多数の太陽電池モジュール2について、作業者が検査装置により個々に検査すること、あるいは家屋の屋根に設置されている太陽電池ストリング3の太陽電池モジュール2につ

30

【0093】

実際にバイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2を特定した際には、太陽電池モジュール2を交換する必要がある。本明細書においては交換の単位を太陽電池パネルと呼ぶことにする。現実の太陽電池パネルは太陽電池モジュール2と一致するとは限らない。図11に太陽電池パネルと太陽電池モジュールの関係性を示している。実際の太陽電池パネル2pには図11に示すように例えば3枚の太陽電池モジュール2が直列接続されていることがある。したがって3枚の太陽電池モジュール2のいずれかに含まれるバイパスダイオード2bが断線故障を起こした際には、同一の太陽電池パネル2pに含まれる断線故障を起こしていない太陽電池モジュール2も含めて交換の対象となる。

40

【0094】

なお、「断線故障したバイパスダイオードを特定する」というのは、「太陽電池ストリングの正極からn枚目（nは自然数）の太陽電池パネルに断線故障したバイパスダイオードが存在する」というように太陽電池パネル単位で特定するような特定方法も含まれる。

【0095】

また、本実施の形態では、検査装置11は、図6に示したように、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の有無の検出動作を行い(S14)、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2がある場合に(S15)、バイパスダイ

50

オードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作を行うようになっている(S 16)。

【0096】

しかしながら、S 14のS 15の動作を行うことなく、S 16において、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作を行う構成であってもよい。この場合には、図6のフローチャートからS 14およびS 15の動作を削除することができる。

【0097】

一方、上記のように、S 14およびS 15の動作を省略した構成では、太陽電池ストリング3の中央に位置する太陽電池モジュール2のバイパスダイオードが断線故障した場合、S 16の動作のみによっては、電圧の交流成分 V_{fg-p} と電圧の交流成分 V_{n-fg} との比率が1:1となる。また、太陽電池モジュール2のバイパスダイオードが断線故障していない場合は、図3の(c)に相当する等価回路が図12のようになり、電圧の交流成分 V_{fg-p} と電圧の交流成分 V_{n-fg} との比率が1:1となる。したがって、太陽電池ストリング3の中央に位置しているバイパスダイオードが断線故障しているのかバイパスダイオードが断線故障を起こしていないのかを区別することができない。なお、太陽電池ストリング3の中央に位置する太陽電池モジュール2は、太陽電池モジュール2の枚数が奇数の太陽電池ストリング3では、中央に位置する1枚の太陽電池モジュール2であり、太陽電池モジュール2の枚数が偶数の太陽電池ストリング3では、中央に位置する2枚の太陽電池モジュール2である。

【0098】

この場合には、図6に示したように、S 14およびS 15の動作を行った後に、S 16の動作を行う構成により、上記のような問題を回避可能である。また、S 16により電圧の交流成分 V_{fg-p} と電圧の交流成分 V_{n-fg} との比率が1:1の場合にS 14およびS 15の動作を行うようにしてもよい。

【0099】

〔実施の形態2〕

本発明の他の実施の形態を図面に基づいて以下に説明する。本実施の形態の検査装置11による太陽電池ストリング3の検査動作の概要は、図6に示したフローチャートと同様である。しかしながら、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作については、図8のフローチャートに示した動作に代えて、図10のフローチャートに示す動作を行う。

【0100】

(バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2の特定動作)

図10に示したS 91~S 92の動作は、図8に示したS 51~S 52の動作と同じである。

【0101】

まず、太陽電池ストリング3のPN端子間(正負極間)に、信号注入回路26から直流に交流が重畳された断線位置特定信号51bを印加する(S 91)。

【0102】

次に、切替えリレー25を太陽電池ストリング3のP端子側に切り替えて、信号電圧計測回路28により、P端子(正極)とフレームグランドFGとの間の電圧の交流成分 V_{fg-p} を測定する(S 92)。

【0103】

次に、故障演算部45は、太陽電池ストリング3の太陽電池モジュール2の枚数N、正常時の太陽電池ストリング3のPN端子間の電圧の交流成分 V_{p-n} 、電圧の交流成分 V_{n-fg} ($V_{n-fg} = (V_{p-n}) - (V_{fg-p})$)を使用し、バイパスダイオードが断線故障している太陽電池モジュール2のP端子(正極)からの位置を

$$N \times V_{n-fg} / (V_{p-n}) \text{ 枚目}$$

と特定する(S 54)。この結果は制御部46へ出力する。

【 0 1 0 4 】

なお、正常時の太陽電池ストリング3のPN端子間の電圧の交流成分 V_{p-n} は、あらかじめ測定して記録している電圧である。あるいは、太陽電池モジュール2の枚数が同じである他の太陽電池ストリング3の正常時の電圧の交流成分 V_{p-n} である。

【 0 1 0 5 】

また、上記の例では、S92において、電圧の交流成分 V_{f-g-p} を測定し、測定した電圧の交流成分 V_{f-g-p} と電圧の交流成分 V_{p-n} とから電圧の交流成分 V_{n-f-g} を求めている。しかしながら、切替えリレー25を太陽電池ストリング3のN端子側に切り替えて、信号電圧計測回路28により、N端子(負極)とフレームグランドFGとの間の電圧の交流成分 V_{n-f-g} を直接測定してもよい。

10

【 0 1 0 6 】

また、以上の本実施の形態において、検査装置11は、常設の装置を想定して説明したが、作業者が携帯できる装置やPCSへの内蔵にも適用可能である。

【 0 1 0 7 】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

1	太陽光発電システム	20
2	太陽電池モジュール	
2 b	バイパスダイオード	
2 p	太陽電池パネル	
3	太陽電池ストリング	
4a, 4b	電力通電路	
5	パワーコンディショニングシステム	
1 1	検査装置	
2 1	PV電圧計測回路	
2 2	PV電流計測回路	
23P, 23N	切替えリレー	30
2 4	検査通電路	
2 5	切替えリレー	
2 6	信号注入回路(印加部)	
2 7	発振回路	
3 0	演算制御装置	
4 5	故障演算部(断線位置特定部、断線故障判定部)	
4 6	制御部(発電状態判定部)	
5 1	検査信号	
5 1 a	断線検査信号	
5 1 b	断線位置特定信号	40
C g	対地静電容量	

【 図 1 】

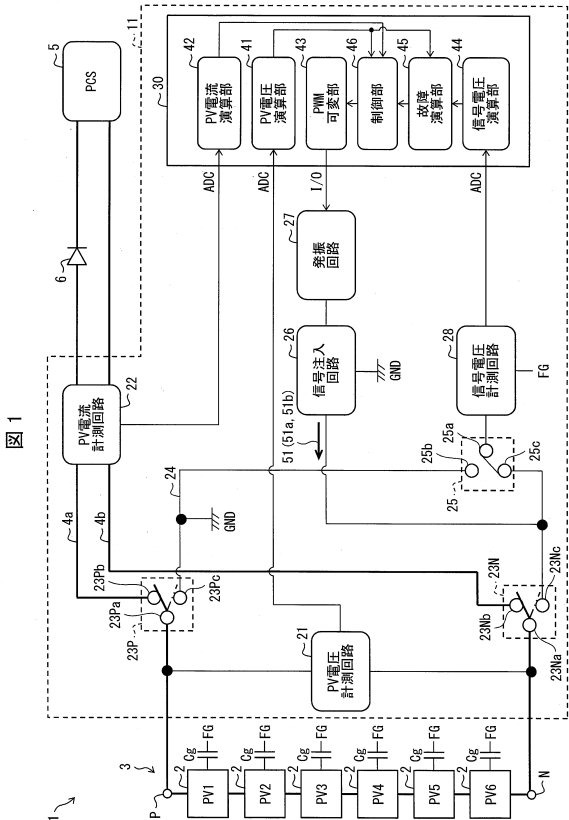


図 1

【 図 2 】

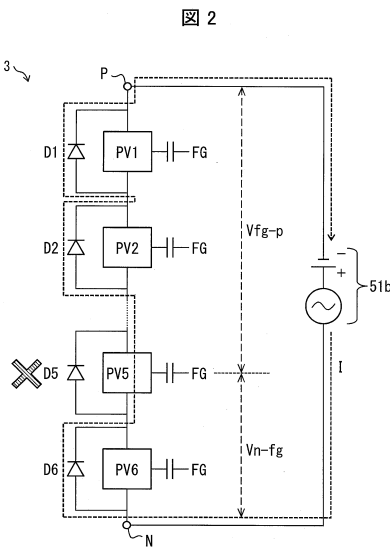


図 2

【 図 3 】

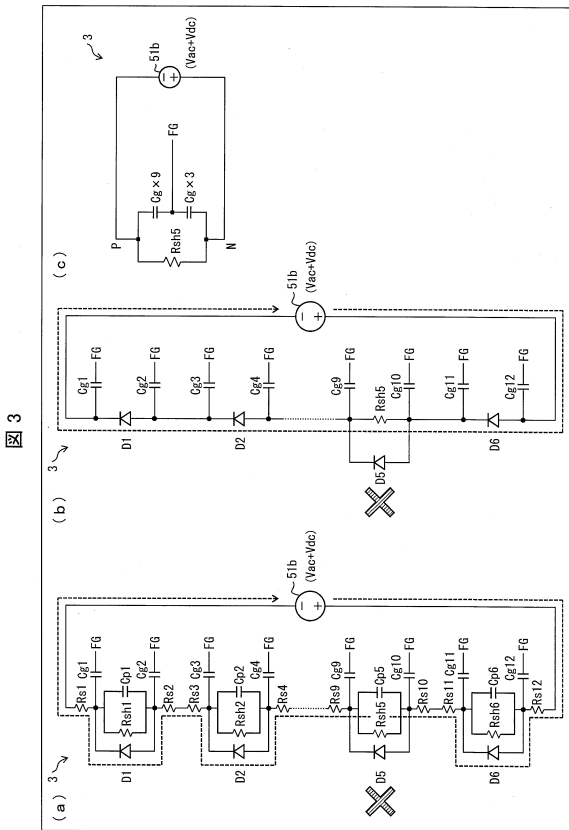


図 3

【 図 4 】

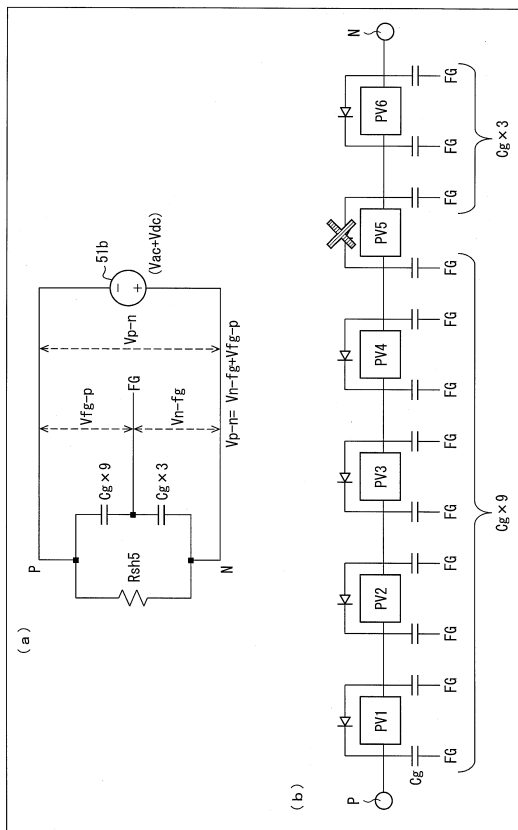
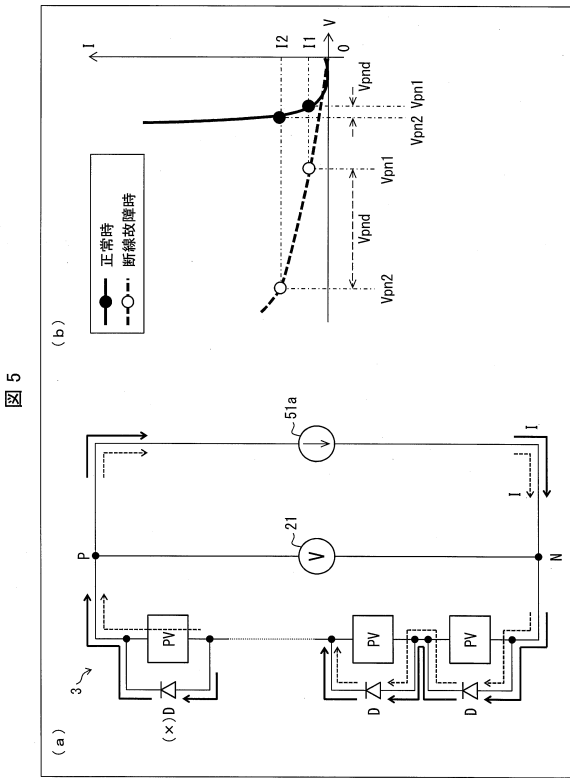
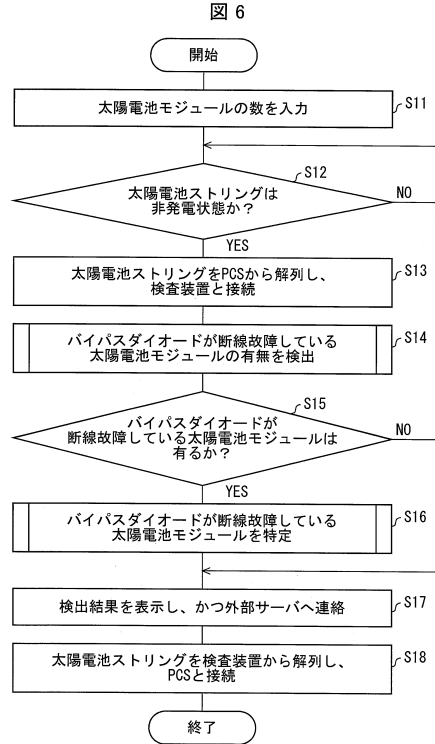


図 4

【図5】

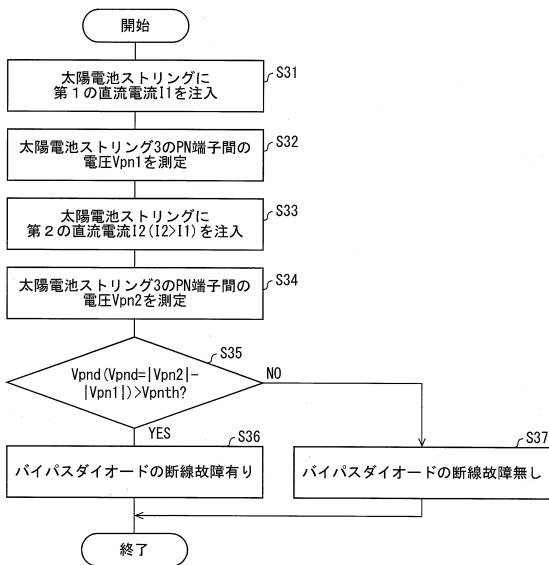


【図6】



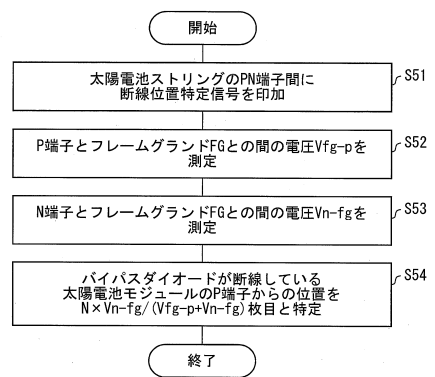
【図7】

図7

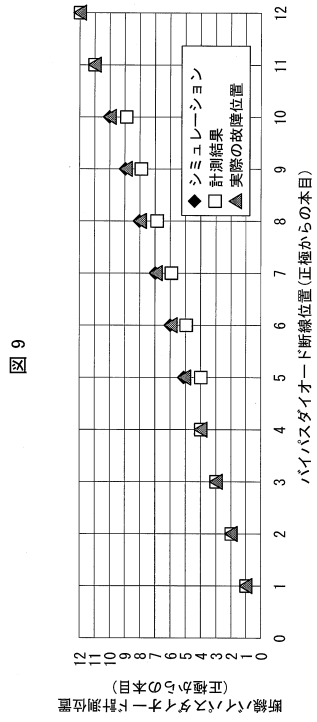


【図8】

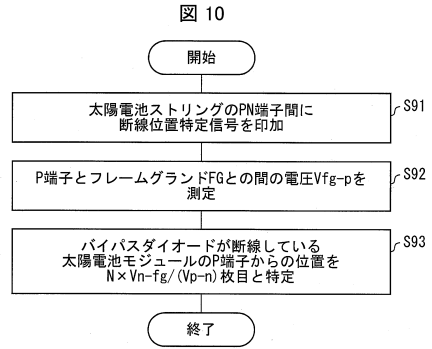
図8



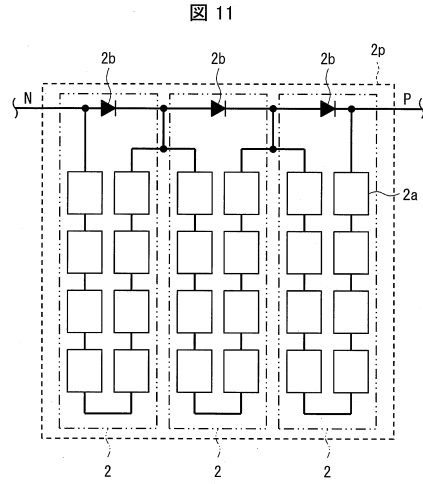
【図9】



【図10】

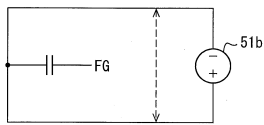


【図11】



【図12】

図12



フロントページの続き

審査官 吉岡 一也

(56)参考文献 特開2012-238716(JP,A)
特開2014-033184(JP,A)
特開2013-157458(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0032099(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02S 50/00
G01R 31/02