

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6113220号  
(P6113220)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO2S 50/10 (2014.01)** HO2S 50/10

請求項の数 5 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-95351 (P2015-95351)                  (22) 出願日 平成27年5月8日(2015.5.8)                  (65) 公開番号 特開2016-213955 (P2016-213955A)                  (43) 公開日 平成28年12月15日(2016.12.15)                  審査請求日 平成29年2月28日(2017.2.28)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000227180                  日置電機株式会社                  長野県上田市小泉81番地                  (74) 代理人 100104787                  弁理士 酒井 伸司                  (72) 発明者 樋口 昌男                  長野県上田市小泉81番地 日置電機株式                  会社内                  (72) 発明者 徳嵩 文男                  長野県上田市小泉81番地 日置電機株式                  会社内</p> <p>審査官 濱田 聖司</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池検査装置および太陽電池検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池およびバイパスダイオードを有する複数の太陽電池モジュールが直列接続されて構成された太陽電池ストリングにおける前記バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を検査する太陽電池検査装置であって、

前記太陽電池が発電状態のときに前記太陽電池ストリングから出力される出力電流の通過を許容する極性で当該太陽電池ストリングの正極および負極間に接続される一方向性素子と、

前記一方向性素子が接続された前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に、当該正極の電位を基準として当該負極の電位が高電位となる電圧であって、複数の前記バイパスダイオードの順方向電圧の総和を上回る電圧値の試験電圧を印加可能な電圧印加部と、

前記太陽電池ストリングに流れる電流を検出する電流検出部と、

前記発電状態で、かつ前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に前記一方向性素子が接続されている短絡状態において前記電流検出部で検出された前記電流に基づいて当該太陽電池ストリングについての短絡電流の電流値を測定すると共に当該短絡電流の電流値よりも高い電流値を電流閾値として記憶する処理、および当該発電状態で、かつ当該短絡状態において前記試験電圧の印加時に前記電流検出部によって検出される前記電流に基づいて測定される最大電流値と前記電流閾値とを比較することにより、前記オープン故障の有無を検査する処理を実行する処理部とを備えている太陽電池検査装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記電圧印加部は、コンデンサおよび電流制限抵抗の直列回路、電源、並びに前記直列回路が前記電源に接続される充電接続状態と前記直列回路が前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に接続される放電接続状態とを切り替える切替部を備え、前記充電接続状態に切り替えるときに、前記切替部を制御して前記電源を前記直列回路に接続させて当該電源から出力される直流電圧で前記コンデンサを充電させ、前記放電接続状態に切り替えるときに、前記切替部を制御して前記直列回路を前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に接続させて、前記充電接続状態において充電された前記コンデンサの充電電圧を当該正極および当該負極間に前記試験電圧として印加させる請求項 1 記載の太陽電池検査装置。

10

## 【請求項 3】

前記処理部は、前記充電電圧が予め規定された上限電圧値に達するまで当該充電電圧を徐々に上昇させつつ前記試験電圧として印加させる制御を前記電圧印加部に対して実行する請求項 2 記載の太陽電池検査装置。

## 【請求項 4】

前記試験電圧の印加時に前記バイパスダイオードに流れる電流の上限値を制限する電流制限回路を備えている請求項 1 から 4 のいずれかに記載の太陽電池検査装置。

## 【請求項 5】

太陽電池およびバイパスダイオードを有する複数の太陽電池モジュールが直列接続されて構成された太陽電池ストリングにおける前記バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を検査する太陽電池検査方法であって、

20

前記太陽電池が発電状態のときに前記太陽電池ストリングから出力される出力電流の通過を許容する極性で当該太陽電池ストリングの正極および負極間に一方向性素子を接続した短絡状態において、前記太陽電池ストリングに流れる短絡電流を検出すると共に当該短絡電流の電流値よりも高い電流値を電流閾値として記憶させる処理と、当該発電状態で、かつ当該短絡状態において前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に、当該正極の電位を基準として当該負極の電位が高電位となる電圧であって、複数の前記バイパスダイオードの順方向電圧の総和を上回る電圧値の試験電圧の印加時に検出される前記電流に基づいて測定される最大電流値と前記電流閾値とを比較することにより、前記オープン故障の有無を検査する処理を実行する太陽電池検査方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽電池に使用されているバイパスダイオードの検査を実行する太陽電池検査装置および太陽電池検査方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

この種の太陽電池検査装置の一例として、下記の特許文献 1 に開示された太陽電池検査装置（パワーコンディショナ）が知られている。この太陽電池検査装置は、太陽電池アレイと接続されており、太陽電池アレイを流れる電流の電流値を検出して検出値を出力する電流センサ、太陽電池アレイの両端子間の電圧を検出して検出値を出力する電圧センサ、入力コンデンサ、電流センサ及び電圧センサの検出値に基づいて、太陽電池アレイの出力電力が最大になる点を追従する M P P T ( M a x i m u m P o w e r P o i n t T r a c k i n g ) 制御を行う M P P T 制御部、太陽電池アレイから出力された直流電流を交流電流に変換して負荷へ出力するための D C - A C インバータ、商用電源からの交流電流を直流電流に変換する A C - D C コンバータ、発電時と診断時とで配線の切り替えを行うための 2 つのスイッチ、太陽電池アレイおよび太陽電池アレイのバイパスダイオードの診断処理の制御を行う C P U、及び各種情報を記憶したメモリを含んで構成されている。

40

## 【0003】

この場合、入力コンデンサは、発電時の入力コンデンサとして機能するだけでなく、診

50

断時には、太陽電池アレイの I - V 特性およびバイパスダイオードの I - V 特性を取得するために、その放電特性が利用される。また、電流センサ及び電圧センサは、M P P T 制御に用いられる電流及び電圧を検出する機能だけでなく、診断時には、太陽電池アレイの I - V 特性を取得するための電流及び電圧を検出するためのセンサとしても用いられる。

【 0 0 0 4 】

この特許文献 1 に開示された太陽電池検査装置では、太陽光発電システムが発電していない時間帯に予め定められた診断時期において、発電用配線側に接続されていた一方のスイッチを中立にして太陽電池アレイと太陽電池検査装置（パワーコンディショナ）との接続を切り、D C - A C インバータ側に接続されていた他方のスイッチを A C - D C コンバータ側に切り替える。そして、商用電源からの交流電流を A C - D C コンバータで変換した直流電流で入力コンデンサを充電する。この充電に際して、特にバイパスダイオードの I - V 特性を取得する場合には、放電時にバイパスダイオードの順方向へ放電されるように充電する。充電完了後は、他方のスイッチを中立にして入力コンデンサと A C - D C コンバータとを切り離す。

10

【 0 0 0 5 】

次に、検査対象とするバイパスダイオードを含む太陽電池ストリングスを発電用配線側から診断用配線側に切り替える。次いで、一方のスイッチを診断用配線側へ接続し、充電された入力コンデンサを放電させる。そして、この放電時の電流値及び電圧値を電流センサ及び電圧センサから取得して、取得した電流値及び電圧値から検査対象とする太陽電池ストリングスについての I - V 特性を計測する。この場合、入力コンデンサを放電させた際の電流はバイパスダイオードの順方向に流れる電流であるため、太陽電池ストリングスに含まれているバイパスダイオードがすべて正常であるときの I - V 特性と、太陽電池ストリングスに含まれているバイパスダイオードのいずれかがオープン状態で故障しているときの I - V 特性とは相違する。

20

【 0 0 0 6 】

したがって、この特許文献 1 に開示された太陽電池検査装置によれば、メモリに記憶させる各種情報の 1 つとして、バイパスダイオードがすべて正常であるときの I - V 特性を記憶させておき、メモリに記憶させたこの正常時の I - V 特性と計測された I - V 特性とを比較することにより、バイパスダイオードのいずれかがオープン状態で故障しているか否かを診断することが可能となっている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 6 6 3 2 0 号公報（第 7 - 9 頁、第 3 図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ところが、上記した太陽電池検査装置には、以下のような解決すべき課題が存在している。すなわち、この太陽電池検査装置には、太陽電池が発電していないとき（または、発電量が極めて少ないとき）にしか診断が行えないという課題が存在している。

40

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、太陽電池が発電状態にあるときにおいても太陽電池を検査し得る太陽電池検査装置を提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成すべく請求項 1 記載の太陽電池検査装置は、太陽電池およびバイパスダイオードを有する複数の太陽電池モジュールが直列接続されて構成された太陽電池ストリングにおける前記バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を検査する太陽電池検査装置であって、前記太陽電池が発電状態のときに前記太陽電池ストリングから出力さ

50

れる出力電流の通過を許容する極性で当該太陽電池ストリングの正極および負極間に接続される一方向性素子と、前記一方向性素子が接続された前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に、当該正極の電位を基準として当該負極の電位が高電位となる電圧であって、複数の前記バイパスダイオードの順方向電圧の総和を上回る電圧値の試験電圧を印加可能な電圧印加部と、前記太陽電池ストリングに流れる電流を検出する電流検出部と、前記発電状態で、かつ前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に前記一方向性素子が接続されている短絡状態において前記電流検出部で検出された前記電流に基づいて当該太陽電池ストリングについての短絡電流の電流値を測定すると共に当該短絡電流の電流値よりも高い電流値を電流閾値として記憶する処理、および当該発電状態で、かつ当該短絡状態において前記試験電圧の印加時に前記電流検出部によって検出される前記電流に基づいて測定される最大電流値と前記電流閾値とを比較することにより、前記オープン故障の有無を検査する処理を実行する処理部とを備えている。

10

## 【0011】

請求項2記載の太陽電池検査装置は、請求項1記載の太陽電池検査装置において、前記電圧印加部は、コンデンサおよび電流制限抵抗の直列回路、電源、並びに前記直列回路が前記電源に接続される充電接続状態と前記直列回路が前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に接続される放電接続状態とを切り替える切替部を備え、前記充電接続状態に切り替えるときに、前記切替部を制御して前記電源を前記直列回路に接続させて当該電源から出力される直流電圧で前記コンデンサを充電させ、前記放電接続状態に切り替えるときに、前記切替部を制御して前記直列回路を前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に接続させて、前記充電接続状態において充電された前記コンデンサの充電電圧を当該正極および当該負極間に前記試験電圧として印加させる。

20

## 【0012】

請求項3記載の太陽電池検査装置は、請求項2記載の太陽電池検査装置において、前記処理部は、前記充電電圧が予め規定された上限電圧値に達するまで当該充電電圧を徐々に上昇させつつ前記試験電圧として印加させる制御を前記電圧印加部に対して実行する。

## 【0013】

請求項4記載の太陽電池検査装置は、請求項1から4のいずれかに記載の太陽電池検査装置において、前記試験電圧の印加時に前記バイパスダイオードに流れる電流の上限値を制限する電流制限回路を備えている。

30

請求項5記載の太陽電池検査方法は、太陽電池およびバイパスダイオードを有する複数の太陽電池モジュールが直列接続されて構成された太陽電池ストリングにおける前記バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を検査する太陽電池検査方法であって、前記太陽電池が発電状態のときに前記太陽電池ストリングから出力される出力電流の通過を許容する極性で当該太陽電池ストリングの正極および負極間に一方向性素子を接続した短絡状態において、前記太陽電池ストリングに流れる短絡電流を検出すると共に当該短絡電流の電流値よりも高い電流値を電流閾値として記憶させる処理と、当該発電状態で、かつ当該短絡状態において前記太陽電池ストリングの前記正極および前記負極間に、当該正極の電位を基準として当該負極の電位が高電位となる電圧であって、複数の前記バイパスダイオードの順方向電圧の総和を上回る電圧値の試験電圧の印加時に検出される前記電流に基づいて測定される最大電流値と前記電流閾値とを比較することにより、前記オープン故障の有無を検査する処理を実行する。

40

## 【発明の効果】

## 【0014】

請求項1記載の太陽電池検査装置および請求項5記載の太陽電池検査方法では、一方向性素子によって短絡されている短絡状態において発電状態の太陽電池ストリングに流れる短絡電流を検出すると共にこの短絡電流の電流値よりも高い電流値を電流閾値として記憶し、発電状態で、かつこの短絡状態において太陽電池ストリングの正極および負極間に、正極の電位を基準として負極の電位が高電位となる電圧であって、バイパスダイオードの順方向電圧の総和を上回る電圧値の試験電圧を印加したときに電流検出部で検出される電

50

流に基づいて測定される最大電流値と電流閾値とを比較して、バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を検査する。

【0015】

したがって、この太陽電池検査装置およびこの太陽電池検査方法によれば、太陽電池ストリングが発電状態にあり、その開放電圧が極めて高い電圧であっても、一方向性素子が短絡されることで、太陽電池ストリング内の複数のバイパスダイオードをオン状態に移行させるための試験電圧がこれらのバイパスダイオードの順方向電圧の総和よりも若干高い程度の低い電圧（上記の開放電圧と比べて極めて低い電圧）で済ませることができる。このため、太陽電池ストリングが発電状態であっても、バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を確実に検査することができる。

10

【0016】

請求項2記載の太陽電池検査装置によれば、バイポーラ電源のような高価な電源を使用することなく、電圧印加部を、コンデンサおよび電流制限抵抗の直列回路と、電源（ユニポーラ電源）と、切替部（例えばスイッチ）とで、簡易に構成することができる。これにより、太陽電池検査装置を安価に製造することができる。

【0017】

請求項3記載の太陽電池検査装置によれば、電圧印加部から太陽電池ストリングに印加される試験電圧を徐々に上昇させることができるため、例えば、電流検出部で検出されたこの試験電圧の印加の前後の電流を比較してバイパスダイオードが正常であることを検出した時点で、試験電圧の印加を中止することで、過度の試験電圧の印加に起因してバイパスダイオードが故障するという事態の発生を未然に防止することができる。

20

請求項4記載の太陽電池検査装置によれば、電流制限回路で制限するバイパスダイオードに流れる電流の上限値を、例えば、バイパスダイオードの尖頭順電流未満に規定することで、バイパスダイオードの数が様々な各種の太陽電池ストリングを検査対象とする場合であっても、過電流に起因したバイパスダイオードの故障を回避しつつ、検査対象とする太陽電池ストリングのうちのバイパスダイオードの数が最も多い太陽電池ストリング内のバイパスダイオードをオン状態に移行させ得る上限電圧を最初から試験電圧として印加することができる。したがって、一回の試験電圧の印加でバイパスダイオードのオープン故障の有無を検査することができるため、検査に要する時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0018】

【図1】太陽電池検査装置1および太陽電池ストリング12の各構成図である。

【図2】太陽電池アレイ11および接続箱13の各構成図である。

【図3】太陽電池検査装置1の動作および太陽電池検査方法を説明するためのフローチャートである。

【図4】太陽電池検査装置1の動作および太陽電池検査方法を説明するための波形図（バイパスダイオード24が正常なときの波形図）である。

【図5】太陽電池検査装置1の動作および太陽電池検査方法を説明するための波形図（いずれかのバイパスダイオード24がオープン故障しているときの波形図）である。

【図6】電流制限回路7を配置した際の太陽電池検査装置1の部分構成図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、太陽電池検査装置および太陽電池検査方法の実施の形態について、添付図面を参照して説明する。

【0020】

最初に、太陽電池検査装置の構成について、図面を参照して説明する。

【0021】

まず、図1に示す太陽電池検査装置としての太陽電池検査装置1の構成について説明する。

【0022】

50

太陽電池検査装置 1 は、一方向性素子（例えば、ダイオードや、ダイオード接続されたトランジスタなど。本例では一例としてダイオード）2、電圧印加部 3、電流検出部 4、スイッチ 5 および処理部 6 を備えて、後述の太陽電池ストリング 1 2 を検査対象としてその中に配設されているバイパスダイオード 2 4 についてのオープン故障の有無を検査する。

#### 【 0 0 2 3 】

ここで、太陽電池検査装置 1 の各構成要素についての具体的な説明の前に、太陽電池ストリング 1 2 の概要について説明する。太陽電池ストリング 1 2 は、例えば、ビルや住宅などの建物に設置されている図 2 に示すような太陽電池アレイ 1 1 の構成単位であり、複数個で 1 つの太陽電池アレイ 1 1 を構成している。また、複数の太陽電池ストリング 1 2 は、例えば、接続箱 1 3 内において、ブロッキングダイオード 1 4 を介して並列接続されている。また、各太陽電池ストリング 1 2 は、接続箱 1 3 内に配設されたスイッチ 1 5 により、他の太陽電池ストリング 1 2 から切り離したり、並列接続状態に戻したりすることが可能になっている。

10

#### 【 0 0 2 4 】

また、太陽電池ストリング 1 2 は、図 1 , 2 に示すように、複数の太陽電池モジュール 2 1 が直列接続されて構成され、さらに各太陽電池モジュール 2 1 は、複数のクラスタ 2 2 が直列接続されて構成されている。また、各クラスタ 2 2 は、直列接続された複数の太陽電池セル（太陽電池）2 3 と、この直列接続された複数の太陽電池セル 2 3 における全体としての出力端子間（クラスタ 2 2 の出力端子間）に接続されたバイパスダイオード 2 4 とを備えて構成されている。バイパスダイオード 2 4 は、複数の太陽電池セル 2 3 における全体としての正側の出力端子にカソード端子が接続され、負側の出力端子にアノード端子が接続されている。

20

#### 【 0 0 2 5 】

この構成により、バイパスダイオード 2 4 は、1 つのクラスタ 2 2 を構成する直列接続された複数の太陽電池セル 2 3 内において、負側の出力端子から正側の出力端子に向かう電流（直流電流）が流れ難くなる状況（例えば、木陰に入るなどの状況）が生じたときに、他のクラスタ 2 2 から流れ込む電流をバイパスさせることで、太陽電池ストリング 1 2 からの電流（直流電流）の出力を継続させる。

#### 【 0 0 2 6 】

次いで、太陽電池検査装置 1 の各構成要素について個別に説明する。ダイオード 2 は、図 1 に示すように、太陽電池セル 2 3 が発電状態のときに太陽電池ストリング 1 2 から出力される出力電流  $I_o$  の通過を許容する極性（出力電流  $I_o$  に対して順方向となる極性）で太陽電池ストリング 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間に接続される。本例では一例として、ダイオード 2 は電流検出部 4 およびスイッチ 5 と直列に接続され、これらの部材で構成される直列回路が、プローブ P L 1 , P L 2 などを通じて、太陽電池ストリング 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間に接続される。出力電流  $I_o$  を検出する電流検出部 4 は、一般的な電流計と基本構成は同じであることから、理想的には内部抵抗が極めてゼロオームに近い状態となっている。したがって、スイッチ 5 がオン状態に移行したときには、ダイオード 2 は、太陽電池ストリング 1 2 を短絡させる。

30

40

#### 【 0 0 2 7 】

電圧印加部 3 は、ダイオード 2 の両端子間に、ダイオード 2 のアノード端子の電位を基準としてカソード端子が高電位となる試験電圧  $V_{tst}$  を印加可能に構成されている。この構成により、電圧印加部 3 は、太陽電池ストリング 1 2 に太陽電池検査装置 1 が接続されて、太陽電池検査装置 1 のダイオード 2（具体的には、ダイオード 2、電流検出部 4 およびスイッチ 5 の直列回路）によって太陽電池ストリング 1 2 が短絡されているときには、太陽電池ストリング 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間に、正極 P 1 の電位を基準として負極 P 2 が高電位となる試験電圧  $V_{tst}$  を印加可能となっている。

#### 【 0 0 2 8 】

また、本例では、電圧印加部 3 は、少なくとも初期電圧値  $V_{ini}$  から上限電圧値  $V_m$

50

a x までの範囲内の電圧値で試験電圧  $V_{tst}$  を出力可能に構成されている。この場合、初期電圧値  $V_{ini}$  は、検査対象として想定される種々の太陽電池ストリング 12 内に配設されているバイパスダイオード 24 の順方向電圧を  $V_f$  とし、この種々の太陽電池ストリング 12 のうちのバイパスダイオード 24 の数の最も少ない太陽電池ストリング 12 でのバイパスダイオード 24 の個数を  $n_1$  個としたときに、直列に接続されたこの個数  $n_1$  のバイパスダイオード 24 の順方向電圧  $V_f$  の総和（電圧値： $n_1 \times V_f$ ）に、後述する電流制限抵抗 32 での電圧降下分を加えた電圧値を若干上回る電圧値（つまり、この個数  $n_1$  のバイパスダイオード 24 を同時にオン状態にさせ得る電圧値）である。また、上限電圧値  $V_{max}$  は、バイパスダイオード 24 の数の最も多い太陽電池ストリング 12 でのバイパスダイオード 24 の個数を  $n_2$  個としたときのこの個数  $n_2$  のバイパスダイオード 24 の順方向電圧  $V_f$  の総和（電圧値： $n_2 \times V_f$ ）を使用して算出される電圧値である。

10

## 【0029】

具体的には、電圧印加部 3 は、図 1 に示すように、一例として、コンデンサ 31 および電流制限抵抗（コンデンサ 31 の放電時に流れる電流を大まかな電流値に制限する抵抗）32 の直列回路 SC と、電源（直流電源）33 と、切替部としての一対のスイッチ 34, 35（一極双投型のスイッチ）とを備えている。この場合、一例として、スイッチ 34, 35 の各 c 接点間に直列回路 SC が接続され、スイッチ 34 の a 接点に電源 33 の負極が接続され、スイッチ 35 の a 接点に電源 33 の正極が接続されている。また、スイッチ 34 の b 接点（電圧印加部 3 の出力端子として機能する部位）にダイオード 2 のアノード端

20

## 【0030】

電源 33 は、例えば可変電圧電源（ユニポーラ電源）で構成されて、処理部 6 によって制御されることにより、処理部 6 によって設定された電圧値で直流電圧  $V_1$  を出力する。また、各スイッチ 34, 35 は、処理部 6 によって制御されることにより、c 接点と a 接点とが接続される接続状態（充電接続状態）、および c 接点と b 接点とが接続される接続状態（放電接続状態）のうちの一方の接続状態に選択的に切り替えられる。

30

## 【0031】

この構成により、電圧印加部 3 では、各スイッチ 34, 35 が処理部 6 によって制御されて充電接続状態に切り替えられたときには、直列回路 SC を構成するコンデンサ 31 が、電源 33 から出力される直流電圧  $V_1$  によってこの直流電圧  $V_1$  の電圧値（この電圧値についても符号  $V_1$  で表し、以下、電圧値  $V_1$  という）と同じ電圧値  $V_1$  に充電される。また、電圧印加部 3 は、この状態で各スイッチ 34, 35 が処理部 6 によって制御されて放電接続状態に切り替えられたときには、コンデンサ 31 に充電されている直流電圧  $V_1$  を、ダイオード 2 間（つまり、スイッチ 5 がオン状態のときには、ダイオード 2 によって短絡される太陽電池ストリング 12 間）に、上記の極性で試験電圧  $V_{tst}$  として印加する。なお、電源 33 については、上記のようにコンデンサ 31 を充電させるだけの電力を供給できればよいため、例えば、乾電池と昇圧回路とを組み合わせ、簡易に構成することもできる。

40

## 【0032】

電流検出部 4 は、上記のように、ダイオード 2 およびスイッチ 5 と直列に接続された状態で、太陽電池ストリング 12 の正極 P1 および負極 P2 間にプローブ PL1, PL2 を介して接続される。この電流検出部 4 は、例えば電流電圧変換回路を備えて構成されて、通過する電流を検出して電圧に変換し、この変換した電圧を電圧信号 Si（通過する電流の電流値に比例して電圧値が変化する信号）として処理部 6 に出力する。

## 【0033】

50

スイッチ 5 は、例えば、トランジスタやサイリスタなどの半導体スイッチ（無接点スイッチ）で構成されて、オフ・オンする際におけるアークの発生が回避されている。また、スイッチ 5 は、処理部 6 によって制御されることにより、オン状態およびオフ状態のうちの一方の状態に選択的に切り替えられる。また、スイッチ 5 は、上記のように、ダイオード 2 および電流検出部 4 と直列に接続された状態で、太陽電池ストリング 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間にプローブ P L 1 , P L 2 を介して接続される。

#### 【 0 0 3 4 】

処理部 6 は、例えば、A / D 変換器、メモリおよび CPU などを用意して、電圧印加部 3 に対する制御処理（具体的には、電源 3 3 に対して直流電圧 V 1 の電圧値 V 1 を設定する処理および直流電圧 V 1 の出力の開始・停止を制御する処理、並びに各スイッチ 3 4 , 3 5 を切り替える処理）と、電流検出部 4 から出力される電圧信号 S i に基づいて電流検出部 4 に流れる電流の電流波形を測定する波形測定処理と、スイッチ 5 に対する制御処理（スイッチ 5 を切り替える処理）と、検査対象として太陽電池検査装置 1 にプローブ P L 1 , P L 2 を介して接続されている太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 について検査する（バイパスダイオード 2 4 についてのオープン故障の有無を検査する）バイパスダイオード検査処理 5 0（図 3 参照）とを実行可能に構成されている。なお、処理部 6 のメモリには、上記の初期電圧値 V i n i、上記の上限電圧値 V m a x、および直流電圧 V 1 の電圧値 V 1 を徐々に上昇させる（本例では一例として、段階的に上昇させる）際の変更幅（単位電圧 V）が予め記憶されている。

#### 【 0 0 3 5 】

また、処理部 6 は、バイパスダイオード検査処理 5 0 の結果を出力する出力処理についても実行可能に構成されている。この出力処理では、太陽電池検査装置 1 にディスプレイ装置などの出力装置を設けて、この出力装置に検査の結果を出力したり、太陽電池検査装置 1 の外部に設けられた他の装置に対して検査の結果を出力したりすることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、太陽電池検査装置 1 を用いて太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 を検査する際の太陽電池検査装置 1 の動作を、太陽電池検査方法と併せて図 3 を参照して説明する。なお、太陽電池ストリング 1 2 の各太陽電池セル 2 3 は正常であるものとする。

#### 【 0 0 3 7 】

建物に設置されている太陽電池アレイ 1 1 を構成している複数の太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 について検査する際には、この太陽電池アレイ 1 1 が接続されている接続箱 1 3 内の各スイッチ 1 5 のうちの検査対象として太陽電池検査装置 1 に接続する 1 つの太陽電池ストリング 1 2 に対応するスイッチ 1 5 をオン状態からオフ状態に切り替えて、他の太陽電池ストリング 1 2 から切り離し、この切り離された状態の 1 つの太陽電池ストリング 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間にプローブ P L 1 , P L 2 を介して太陽電池検査装置 1 を接続するという操作を、全ての太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 についての検査が完了するまで繰り返す。

#### 【 0 0 3 8 】

太陽電池検査装置 1 では、検査対象とする 1 つの太陽電池ストリング 1 2（検査対象とするバイパスダイオード 2 4 を含む太陽電池ストリング 1 2）がプローブ P L 1 , P L 2 を介して接続されている状態において、図 3 に示すバイパスダイオード検査処理 5 0 を実行する。

#### 【 0 0 3 9 】

このバイパスダイオード検査処理 5 0 では、処理部 6 は、まず、太陽電池ストリング 1 2 を短絡させる処理を実行する（ステップ 5 1）。この処理では、処理部 6 は、スイッチ 5 に対する制御処理を実行して、初期状態においてオフ状態となっているスイッチ 5 をオン状態に切り替える。これにより、オン状態のスイッチ 5 および内部抵抗が極めてゼロオームに近い状態の電流検出部 4 と共に、太陽電池ストリング 1 2 からの出力電流 I o の通過を許容する極性のダイオード 2 が、プローブ P L 1 , P L 2 を介して太陽電池ストリン

10

20

30

40

50

グ 1 2 の正極 P 1 および負極 P 2 間に直列に接続される。このため、太陽電池ストリング 1 2 は、ダイオード 2、電流検出部 4 およびスイッチ 5 の直列回路によって短絡される。

【 0 0 4 0 】

次いで、処理部 6 は、この短絡状態において太陽電池ストリング 1 2 から出力される出力電流  $I_o$  (短絡状態での出力電流  $I_o$  であることから、特に短絡電流  $I_s$  ともいう) を測定する処理を実行する (ステップ 5 2)。具体的には、処理部 6 は、この処理において、まず、波形測定処理を実行して、電流検出部 4 から出力される電圧信号  $S_i$  に基づいて電流検出部 4 に流れている短絡電流  $I_s$  の電流波形 (図 4 参照) を測定して記憶する。次いで、処理部 6 は、この記憶した電流波形に基づいて短絡電流  $I_s$  の電流値を測定し、この測定した電流値よりも若干高い電流値 (例えば、数 % 程度高い電流値) を、バイパスダイオード 2 4 の検査の際に使用する電流閾値  $I_{th}$  (図 4 参照) として記憶する。この場合、1 回のバイパスダイオード検査処理 5 0 に要する時間 (実質的にコンデンサ 3 1 の放電波形が観測できればよい) ため、短絡電流  $I_s$  の測定に要する時間を含め、数  $ms$  ~ 数  $10ms$  ) のように日照状態の変化に要する時間と比較して十分に短い時間においては、太陽電池アレイ 1 1 に対する日照量はほぼ一定とみなすことができる。このため、短絡電流  $I_s$  は、図 4 において実線で示すように、その電流値がほぼ一定で推移する直流電流の電流波形となる。

10

【 0 0 4 1 】

なお、バイパスダイオード検査処理 5 0 を実行する都度、電流閾値  $I_{th}$  を測定して記憶する構成を採用することにより、太陽電池アレイ 1 1 に対する日射量 (つまり、太陽電池ストリング 1 2 に対する日射量) の増減に応じて電流閾値  $I_{th}$  を増減させることができるため、この電流閾値  $I_{th}$  を後述するように使用するバイパスダイオード 2 4 の検査の精度を向上させることが可能になっている。

20

【 0 0 4 2 】

続いて、処理部 6 は、電圧印加部 3 に対する制御処理を実行して、電源 3 3 から出力される直流電圧  $V_1$  の電圧値  $V_1$  を初期電圧値  $V_{ini}$  に設定する (ステップ 5 3)。

【 0 0 4 3 】

次いで、処理部 6 は、電圧印加部 3 に対する制御処理を実行して、コンデンサ 3 1 を直流電圧  $V_1$  に充電する (ステップ 5 4)。具体的には、このステップ 5 4 では、処理部 6 は、まず、各スイッチ 3 4, 3 5 を切り替える処理を実行して、コンデンサ 3 1 および電流制限抵抗 3 2 の直列回路  $SC$  を電源 3 3 に接続し、次いで、電源 3 3 に対して直流電圧  $V_1$  の出力を開始させる。これにより、コンデンサ 3 1 は、直流電圧  $V_1$  (スイッチ 3 4 側の端子の電位を基準として、スイッチ 3 5 側の端子が電圧値  $V_1$  だけ高電位となる状態) に充電される。

30

【 0 0 4 4 】

続いて、処理部 6 は、電圧印加部 3 に対する制御処理を実行して、コンデンサ 3 1 をダイオード 2 側に接続して放電させると共に、このコンデンサ 3 1 の放電時に電流検出部 4 に流れる電流の最大電流値 (ピーク値)  $I_p$  を測定する (ステップ 5 5)。具体的には、このステップ 5 5 では、処理部 6 は、各スイッチ 3 4, 3 5 を切り替える処理を実行して、コンデンサ 3 1 および電流制限抵抗 3 2 の直列回路  $SC$  をダイオード 2 に接続する。これにより、コンデンサ 3 1 に充電されている直流電圧  $V_1$  が、アノード端子の電位を基準としてカソード端子の電位が高電位となる状態でダイオード 2 に印加され、ひいてはこのダイオード 2 によって短絡されている太陽電池ストリング 1 2 に試験電圧  $V_{test}$  として印加される。また、処理部 6 は、この試験電圧  $V_{test}$  の印加後に、電圧印加部 3 に対する制御処理を実行して、電源 3 3 に対して直流電圧  $V_1$  の出力を停止させる。

40

【 0 0 4 5 】

また、処理部 6 は、この試験電圧  $V_{test}$  の印加の開始から予め規定された時間だけ、波形測定処理を実行して、電流検出部 4 から出力される電圧信号  $S_i$  に基づいて電流検出部 4 に流れている電流の電流波形を測定し、この電流波形に基づいて、電流検出部 4 に流れている電流の最大電流値 (ピーク値)  $I_p$  を測定して記憶する。

50

## 【0046】

次いで、処理部6は、測定したピーク値 $I_p$ と、ステップ52において記憶した電流閾値 $I_{th}$ とを比較する(ステップ56)。

## 【0047】

この場合、試験電圧 $V_{tst}$ は、図1に示すように、太陽電池ストリング12内の複数のバイパスダイオード24全体に対して、カソード端子に対してアノード端子が高電位となる極性で印加される(順方向で印加される)。このため、試験電圧 $V_{tst}$ が検査中の太陽電池ストリング12内の複数のバイパスダイオード24の順方向電圧値 $V_f$ の総和を上回る電圧値であって(第1条件)、かつこれらのバイパスダイオード24がすべて正常であるとき(第2条件)には、試験電圧 $V_{tst}$ の印加により、これらのすべてのバイパスダイオード24がオン状態に移行する。

10

## 【0048】

したがって、この際には、コンデンサ31に充電されている電荷が、電圧印加部3から太陽電池ストリング12の負極P2、太陽電池ストリング12の直列接続されたオン状態の各バイパスダイオード24、太陽電池ストリング12の正極P1、オン状態のスイッチ5および電流検出部42を介して電圧印加部3に至る電流経路に流れ、これに伴い、試験電圧 $V_{tst}$ の印加の直後の期間において、図4に示すように、電流検出部4に流れる電流の電流波形に短絡電流 $I_s$ の電流波形を超えるピークが現れる。また、上記したように、電流閾値 $I_{th}$ がこの短絡電流 $I_s$ の電流値よりも若干だけ高い電流値に規定されていることから、このピークについてのピーク値 $I_p$ は、殆どの場合、この電流閾値 $I_{th}$ を上回る状態となる。

20

## 【0049】

このため、処理部6は、このステップ56での比較の結果、ピーク値 $I_p$ が電流閾値 $I_{th}$ を上回る状態となったことを検出したときには、検査中の太陽電池ストリング12内のすべてのバイパスダイオード24が正常であると判別し、出力処理を実行して、バイパスダイオード24が正常である旨の検査結果を出力する(ステップ57)。なお、充電されている電荷の放電の結果、コンデンサ31の電圧がバイパスダイオード24の順方向電圧値 $V_f$ の総和以下となったときには、すべてのバイパスダイオード24がオン状態からオフ状態に戻ることから、電流検出部4には流れる電流は、図4に示すように、太陽電池ストリング12からの短絡電流 $I_s$ だけとなる。この場合、コンデンサ31に残存している電荷はこの短絡電流 $I_s$ の一部として流れ(コンデンサ31の放電は継続され)、コンデンサ31の電圧は、次第に減少してほぼゼロボルト(具体的には、ダイオード2の順方向電圧)に至る。

30

## 【0050】

処理部6は、このステップ57の実行後は、スイッチ5に対する制御処理を実行して、スイッチ5をオフ状態(初期状態)に切り替える。これにより、ダイオード2、電流検出部4およびスイッチ5の直列回路による太陽電池ストリング12の短絡が解除されて(ステップ58)、バイパスダイオード検査処理50が完了する。

## 【0051】

一方、ステップ56での比較の結果、ピーク値 $I_p$ が電流閾値 $I_{th}$ 以下となっていることを検出したとき(実際には、短絡電流 $I_s$ 以下のピークは観測できないため、ピークが現れない短絡電流 $I_s$ のみが観測されたとき)には、処理部6は、上記した第1条件が満たされていない、つまり試験電圧 $V_{tst}$ が太陽電池ストリング12内の複数のバイパスダイオード24の順方向電圧値 $V_f$ の総和に達していないと判別して、現在の電圧値 $V_1$ にメモリに記憶されている単位電圧 $V$ を加算して得られる電圧値を直流電圧 $V_1$ についての新たな電圧値 $V_1$ の候補として算出する(ステップ59)。なお、この場合には、図5に示すように、破線で示すコンデンサ31の放電に起因して発生する電流は、短絡電流 $I_s$ の一部として流れるため、コンデンサ31の放電状態においても、電流検出部4で検出される電流は、太陽電池ストリング12からの短絡電流 $I_s$ だけとなっている。また、コンデンサ31は放電されて、その電圧は次第に減少してほぼゼロボルト(具体的には、

40

50

ダイオード 2 の順方向電圧) に至る。

【 0 0 5 2 】

また、処理部 6 は、このようにして、より高い新たな電圧値  $V_1$  を算出したときには、この新たな電圧値  $V_1$  と、メモリに記憶されている上限電圧値  $V_{max}$  とを比較して、電圧値  $V_1$  が上限電圧値  $V_{max}$  を上回っていないか否かを判別する (ステップ 60)。この結果、電圧値  $V_1$  が上限電圧値  $V_{max}$  を上回っていないとき ( $V_1 > V_{max}$  ではないとき) には、処理部 6 は、上記したステップ 54 に移行して、電圧印加部 3 に対する制御処理を実行することで、コンデンサ 31 を新たな電圧値  $V_1$  の直流電圧  $V_1$  で充電する。

【 0 0 5 3 】

その後、処理部 6 は、ステップ 54、ステップ 55、ステップ 56、ステップ 59 およびステップ 60 を繰り返し実行しつつ、ステップ 59 において算出する新たな電圧値  $V_1$  が、ステップ 60 での比較において上限電圧値  $V_{max}$  を上回るまでの間に、ステップ 56 での比較の結果が「ピーク値  $I_p$  が電流閾値  $I_{th}$  を上回る」との比較結果となったときには、検査中の太陽電池ストリング 12 内のすべてのバイパスダイオード 24 が正常であると判別すると共にその検査結果を出力し (ステップ 57)、太陽電池ストリング 12 の短絡を解除して (ステップ 58)、バイパスダイオード検査処理 50 を完了させる。

【 0 0 5 4 】

また、処理部 6 は、ステップ 54、ステップ 55、ステップ 56、ステップ 59 およびステップ 60 を繰り返し実行している状態において、ステップ 56 での比較の結果が「ピーク値  $I_p$  が電流閾値  $I_{th}$  を上回る」との比較結果となる前に、ステップ 59 で算出する新たな電圧値  $V_1$  が、ステップ 60 での比較において上限電圧値  $V_{max}$  を上回ったことを検出したときには、検査中の太陽電池ストリング 12 内の少なくとも 1 つのバイパスダイオード 24 がオープン故障であると判別し、出力処理を実行して、その旨の検査結果を出力する (ステップ 61)。

【 0 0 5 5 】

この際にオープン故障であると判別する理由としては、上記した第 1 条件が満たされている (つまり、検査対象として想定されている太陽電池ストリング 12 のうちのバイパスダイオード 24 の個数が最大 ( $n_2$  個) の太陽電池ストリング 12 であっても、上限電圧値  $V_{max}$  は、これらのバイパスダイオード 24 の順方向電圧  $V_f$  の総和 ( $n_2 \times V_f$ ) を上回っている) にも拘わらず、バイパスダイオード 24 がオン状態に移行しないのは、上記した第 2 条件 (バイパスダイオード 24 がすべて正常であるとの条件) が満たされていない、つまり、検査中の太陽電池ストリング 12 内の少なくとも 1 つのバイパスダイオード 24 がオープン故障だからである。この場合、コンデンサ 31 の電荷は短絡電流  $I_s$  の一部として流れ、コンデンサ 31 の電圧は、次第に低下してほぼゼロボルト (具体的には、ダイオード 2 の順方向電圧) に至る。

【 0 0 5 6 】

処理部 6 は、このステップ 61 の実行後は、スイッチ 5 に対する制御を実行して、スイッチ 5 をオフ状態 (初期状態) に切り替える。これにより、ダイオード 2、電流検出部 4 およびスイッチ 5 の直列回路による太陽電池ストリング 12 の短絡が解除されて (ステップ 58)、バイパスダイオード検査処理 50 が完了する。

【 0 0 5 7 】

このように、この太陽電池検査装置 1 および太陽電池検査方法では、太陽電池ストリング 12 におけるバイパスダイオード 24 についてのオープン故障の有無を検査する際に、太陽電池セル 23 が発電状態のときに太陽電池ストリング 12 から出力される出力電流  $I_o$  の通過を許容する極性で太陽電池ストリング 12 の正極 P1 および負極 P2 間にダイオード 2 を接続した状態において、ダイオード 2 が接続された太陽電池ストリング 12 (接続されたダイオード 2 によって短絡されている太陽電池ストリング 12) の正極 P1 および負極 P2 間に、正極 P1 の電位を基準として負極 P2 の電位が高電位となる電圧であって、複数のバイパスダイオード 24 の順方向電圧  $V_f$  の総和を上回る電圧値  $V_1$  の試験電

10

20

30

40

50

圧 $V_{tst}$ を印加し、電流検出部4で検出されたこの試験電圧 $V_{tst}$ の印加の前後の電流を比較して(上記の例では、試験電圧 $V_{tst}$ の印加の前の短絡電流 $I_s$ に基づいて決定された電流閾値 $I_{th}$ と、試験電圧 $V_{tst}$ の印加の後の電流のピーク値 $I_p$ とを比較して)、バイパスダイオード24についてのオープン故障の有無を検査する。

【0058】

したがって、この太陽電池検査装置1および太陽電池検査方法によれば、太陽電池ストリング12(つまり太陽電池セル23)が発電状態にあり、その開放電圧が極めて高い電圧(一例として、最大級の太陽電池ストリング12(直列に接続された太陽電池モジュール21の数は30個であり、1つの太陽電池モジュール21において3つのクラスタ22が直列接続されている太陽電池ストリング12)では約1000V)であっても、ダイオード2で短絡されることで、太陽電池ストリング12内の複数のバイパスダイオード24をオン状態に移行させるための試験電圧 $V_{tst}$ がこれらのバイパスダイオード24の順方向電圧 $V_f$ の総和よりも若干高い程度の低い電圧(上記の例では、1つの太陽電池ストリング12内のバイパスダイオード24の個数は90個(=30×3)であり、この総和は、順方向電圧 $V_f$ を例えば0.6Vとしたときに54Vとなって、1000Vと比較して極めて低い電圧となる)で済ませることができる。このため、太陽電池ストリングが発電状態であっても、バイパスダイオードについてのオープン故障の有無を確実に検査することができる。

10

【0059】

また、この太陽電池検査装置1および太陽電池検査方法によれば、バイポーラ電源のような高価な電源を使用することなく、上記した例のように、電圧印加部3を、コンデンサ31および電流制限抵抗32の直列回路SCと、電源33と、切替部としての一对のスイッチ34, 35(一極双投型のスイッチ)とで、簡易に構成することができる。このため、太陽電池検査装置1を安価に製造することができる。

20

【0060】

また、この太陽電池検査装置1および太陽電池検査方法では、処理部6は、コンデンサ31の充電電圧(電圧値 $V_1$ )が予め規定された上限電圧値 $V_{max}$ に達するまで、この充電電圧を徐々に上昇させつつ試験電圧 $V_{tst}$ として印加させる制御を電圧印加部3に対して実行する。上記したように、検査対象としての太陽電池ストリング12内に配設されているバイパスダイオード24の個数は、建物に設置されている太陽電池アレイ11によって相違する場合がある。この場合、検査対象としての太陽電池ストリング12のうちのバイパスダイオード24が最も多い太陽電池ストリング12内のバイパスダイオード24をオン状態に移行させ得る上限電圧値 $V_{max}$ を最初から試験電圧 $V_{tst}$ として印加させる構成を採用することも考えられるが、この構成では、例えば、バイパスダイオード24が少ない太陽電池ストリング12に対して、過度の試験電圧 $V_{tst}$ が印加される状態となることがあり、これに起因してバイパスダイオード24に過電流が流れることで、バイパスダイオード24が故障を引き起こすおそれがある。

30

【0061】

一方、この太陽電池検査装置1および太陽電池検査方法によれば、電圧印加部3から太陽電池ストリング12に印加される試験電圧 $V_{tst}$ を徐々に上昇させることができるため、電流検出部4で検出されたこの試験電圧 $V_{tst}$ の印加の前後の電流を比較してバイパスダイオード24が正常であることを検出した時点で、試験電圧 $V_{tst}$ の印加を中止することで、過度の試験電圧 $V_{tst}$ の印加に起因してバイパスダイオード24が故障するという事態の発生を未然に防止することができる。

40

【0062】

なお、内部に配設されているバイパスダイオード24の個数が既知の太陽電池ストリング12を検査対象とするときには、太陽電池ストリング12に印加される試験電圧 $V_{tst}$ を徐々に上昇させる上記の構成に代えて、これらのバイパスダイオード24の順方向電圧 $V_f$ の総和から算出される試験電圧 $V_{tst}$ を最初から印加する構成を採用してもよいのは勿論である。

50

## 【 0 0 6 3 】

また、図 6 に示すように、試験電圧  $V_{tst}$  の印加に起因してバイパスダイオード 2 4 に流れる電流の上限値を制限値に制限する電流制限回路 7 をこの電流経路に配置する構成を採用することもできる。なお、同図では、電圧印加部 3 の外部に電流制限回路 7 を配置する構成であるが、電圧印加部 3 の内部に配置する構成であってもよい。電流制限回路 7 を配置する場合、電流制限回路 7 のこの制限値をバイパスダイオード 2 4 の尖頭順電流未満に規定することで、バイパスダイオード 2 4 の数が様々な種類の太陽電池ストリング 1 2 を検査対象とする場合であっても、過電流に起因したバイパスダイオード 2 4 の故障を回避しつつ、検査対象とする太陽電池ストリング 1 2 のうちのバイパスダイオード 2 4 の数が最も多い太陽電池ストリング 1 2 内のバイパスダイオード 2 4 をオン状態に移行させ得る上限電圧  $V_{max}$  を最初から試験電圧  $V_{tst}$  として印加させる構成を採用することができる。一般に太陽電池モジュールで使用されているバイパスダイオードの詳細はモジュールメーカーから公開されていない場合が多く、尖頭順電流を知ることは困難であるが、発電電流を異常クラスタをバイパスさせて流すといったバイパスダイオードの目的から考えて、太陽電池モジュールの仕様として記載されている短絡電流は必ず流せるはずである。このため、電流制限回路 7 の制限値は、ステップ 5 2 で観測される短絡電流  $I_s$  の 2 倍（短絡電流  $I_s$  + バイパスダイオードに流す電流）に制限することが望ましい（これは、電流制限回路 7 は処理部 6 によって制御されることを意味する）。この場合、図 1 に示す電圧印加部 3 の直列回路  $SC$  を構成している電流制限抵抗 3 2 は放電時には不要となる。一方、電源 3 3 によるコンデンサ 3 1 の充電の際には、充電電流を制限する必要がある。したがって、電流制限抵抗 3 2 は、図 1 に示す位置に代えて、図 6 に示すように電源 3 3 とスイッチ 3 4 との間、および図示はしないが電源 3 3 とスイッチ 3 5 との間の少なくとも一方に配置する構成を採用する。この構成によれば、一回の試験電圧  $V_{tst}$  の印加でバイパスダイオード 2 4 のオープン故障の有無を検査することができ、検査に要する時間を短縮することができる。

10

20

## 【 0 0 6 4 】

また、上記したように、建物に設置されている 1 つの太陽電池アレイ 1 1 を構成している複数の太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 について検査する際には、検査対象とする 1 つの太陽電池ストリング 1 2 を、他の太陽電池ストリング 1 2 から切り離して太陽電池検査装置 1 に接続するという操作を、全ての太陽電池ストリング 1 2 について実行する。このため、この太陽電池検査装置 1 および太陽電池検査方法では、各太陽電池ストリング 1 2 についての試験電圧  $V_{tst}$  の印加時の電流波形を取得することができる。したがって、例えば、正常時に太陽電池ストリング 1 2 のバイパスダイオード 2 4 に流れる電流のピーク値  $I_p$  を、他の太陽電池ストリング 1 2 のものと比較することにより、バイパスダイオード 2 4 のインピーダンスの変化（劣化の度合い）を検出することもできる。

30

## 【 0 0 6 5 】

また、上記の例では、電流検出部 4 で検出された試験電圧  $V_{tst}$  の印加の前後の電流を比較する構成の一例として、試験電圧  $V_{tst}$  の印加の前の短絡電流  $I_s$  に基づいて決定された電流閾値  $I_{th}$  と、試験電圧  $V_{tst}$  の印加の後の電流のピーク値  $I_p$  とを比較する構成を採用しているが、すべてのバイパスダイオード 2 4 が正常であるときには、図 4 に示すように電流検出部 4 で検出される電流の波形にスパイク状（尖塔状）の波形が現れるのに対して、いずれかのバイパスダイオード 2 4 がオープン故障しているときには、図 5 に示すように、このスパイク状（尖塔状）の波形が現れないことに着目して、電流検出部 4 で検出された試験電圧  $V_{tst}$  の印加の前後の電流の波形を比較する構成を採用することもできる。

40

## 【 0 0 6 6 】

また、電流検出部 4 の配設位置は、図 1 に示す位置に限定されない。電流検出部 4 は、試験電圧  $V_{tst}$  の印加によってバイパスダイオード 2 4 がオン状態に移行したときに流れるスパイク状の電流の電流経路（太陽電池ストリング 1 2 の正極  $P_1$  から、スイッチ 5

50

および電圧印加部 3 を経由して負極 P 2 に至る電流経路) 内の任意の位置に配設することができる。したがって、ダイオード 2 の両端間に接続される電圧印加部 3 側にも、電流検出部 3 を配置することもできる。具体的には、電流検出部 4 を、スイッチ 3 4 の b 接点とダイオード 2 のアノード端子との間、およびスイッチ 3 5 の b 接点とダイオード 2 のカソード端子との間のいずれか一方の位置に配設することもできる。さらには、電流検出部 4 を電圧印加部 3 内に、直列回路 S C と直列に配設することもできる (電流検出部 4 を電圧印加部 3 と一体化させることもできる)。

【 0 0 6 7 】

また、上記したように、太陽電池ストリング 1 2 は一般的には複数の太陽電池モジュール 2 1 が直列接続されて構成されているが、太陽電池ストリング 1 2 が 1 つの太陽電池モジュール 2 1 で構成されている太陽電池アレイ 1 1 では、検査対象である太陽電池ストリング 1 2 が太陽電池モジュール 2 1 自体となる。

10

【符号の説明】

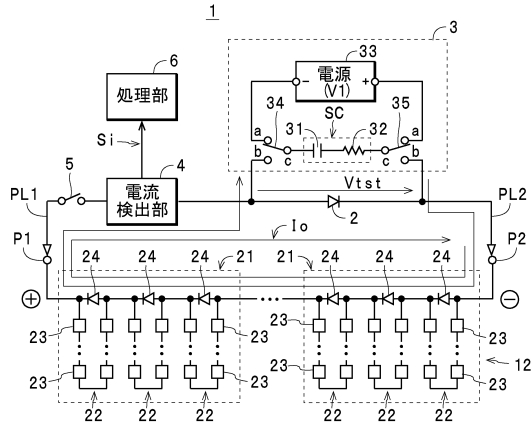
【 0 0 6 8 】

- 1 太陽電池検査装置
- 2 ダイオード (一方向性素子)
- 3 電圧印加部
- 4 電流検出部
- 6 処理部
- 12 太陽電池ストリング
- 2 1 太陽電池モジュール
- 2 2 クラスタ
- 2 3 太陽電池 (太陽電池セル)
- 2 4 バイパスダイオード
- 3 1 コンデンサ
- 3 2 電流制限抵抗
- 3 3 電源
- 3 4 , 3 5 スイッチ
- I o 出力電流
- S C 直列回路
- V 1 直流電圧
- V t s t 試験電圧

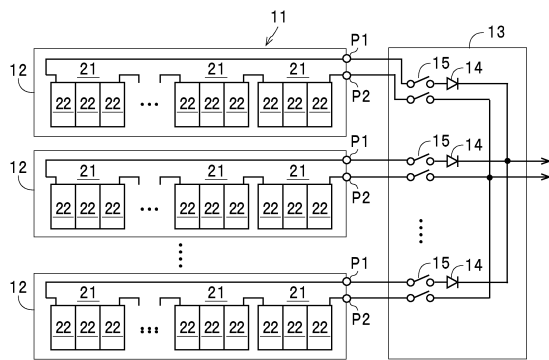
20

30

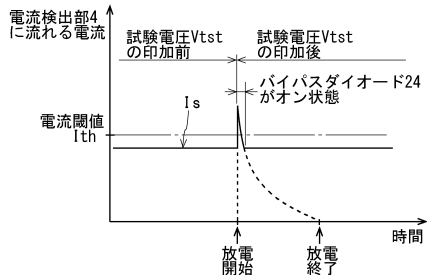
【図1】



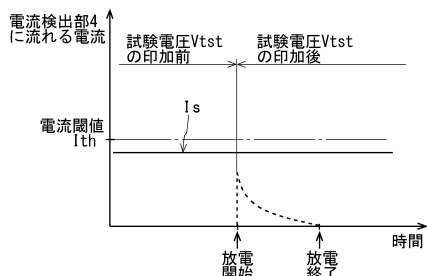
【図2】



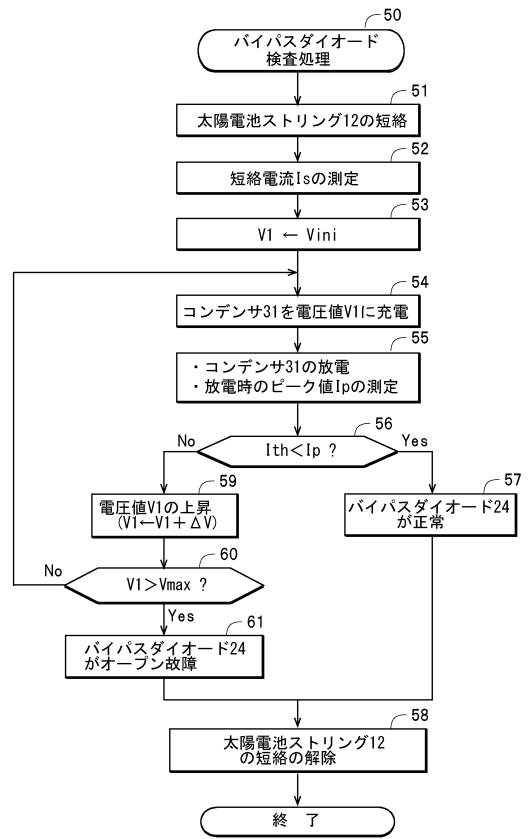
【図4】



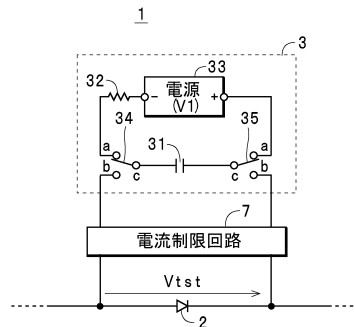
【図5】



【図3】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2014/007261(WO, A1)  
特開2013-80745(JP, A)  
米国特許出願公開第2011/0079263(US, A1)  
特開2016-123232(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02S 50/10 - 50/15