

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-69169

(P2021-69169A)

(43) 公開日 令和3年4月30日(2021.4.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2S 50/15 (2014.01)	HO2S 50/15	2G051
GO1N 21/88 (2006.01)	GO1N 21/88	5F151

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2019-191897 (P2019-191897)	(71) 出願人	000000099 株式会社 I H I 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(22) 出願日	令和1年10月21日 (2019.10.21)	(74) 代理人	100161207 弁理士 西澤 和純
		(74) 代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100169764 弁理士 清水 雄一郎
		(74) 代理人	100167553 弁理士 高橋 久典
		(72) 発明者	藤井 正和 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内

最終頁に続く

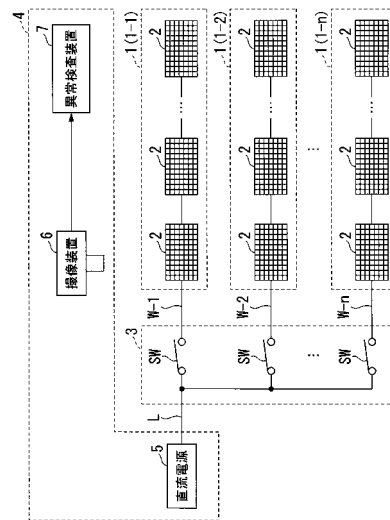
(54) 【発明の名称】 検査システム及び検査方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 検査員による異常太陽電池パネルの特定を容易にする検査システム及び検査方法を提供する。

【解決手段】 複数の太陽電池パネル 2 に直流電流を供給する直流電源 5 と、複数の太陽電池パネル 2 を撮像する撮像装置 6 と、撮像装置 6 が撮像した撮像画像から各太陽電池パネル 2 の画像であるパネル画像をそれぞれ抽出する画像処理部と、複数の太陽電池パネル 2 のうち異常が生じている太陽電池パネル 2 を特定するための解析値をパネル画像ごとに算出する解析値算出部と、解析値算出部が求めたパネル画像ごとの解析値を出力する出力部と、を備え、解析値は、1つのパネル画像における輝度値の平均値であるパネル輝度平均値に係る第 1 解析値と、当該パネル画像における輝度値のばらつきに係る第 2 解析値とを含む。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の太陽電池パネルに直流電流を供給する直流電源と、
前記複数の太陽電池パネルを撮像する撮像装置と、
前記撮像装置が撮像した撮像画像から前記各太陽電池パネルの画像であるパネル画像をそれぞれ抽出する画像処理部と、
前記複数の太陽電池パネルのうち異常が生じている太陽電池パネルを特定するための解析値を前記パネル画像ごとに算出する解析値算出部と、
前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記解析値を出力する出力部と、
を備え、
前記解析値は、1つの前記パネル画像における輝度値の平均値であるパネル輝度平均値に係る第1解析値と、当該パネル画像における輝度値のばらつきに係る第2解析値とを含む、
ことを特徴とする、検査システム。

10

【請求項 2】

前記第1解析値は、前記パネル輝度平均値と、全ての前記パネル画像における輝度値の平均値である全体輝度平均値から前記パネル輝度平均値を差し引いた値である輝度偏差と、
のいずれかであり、
前記第2解析値は、前記輝度値の分散又は標準偏差である、
ことを特徴とする、請求項1に記載の検査システム。

20

【請求項 3】

前記解析値算出部は、前記第1解析値及び前記第2解析値のそれぞれに対して、正規化処理を行う、
ことを特徴とする、請求項1又は2に記載の検査システム。

【請求項 4】

表示装置をさらに備え、
前記出力部は、前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記第1解析値及び前記第2解析値を前記表示装置に表示する、
ことを特徴とする、請求項1から3のいずれか一項に記載の検査システム。

【請求項 5】

前記出力部は、前記第1解析値を第1軸とし、前記第2解析値を第2軸とした二次元の直交座標系に、前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記解析値をプロットした二次元グラフを前記表示装置に表示する、
ことを特徴とする請求項4に記載の検査システム。

30

【請求項 6】

複数の太陽電池パネルに前記直流電流を供給する供給ステップと、
前記複数の太陽電池パネルに前記直流電流が供給されている間の所定期間において、前記複数の太陽電池パネルを撮像装置で撮像する撮像ステップと、
前記撮像ステップで撮像された撮像画像から前記各太陽電池パネルの画像であるパネル画像をそれぞれ抽出する画像処理ステップと、
前記複数の太陽電池パネルのうち異常が生じている太陽電池パネルを特定するための解析値を前記パネル画像ごとに算出する解析値算出ステップと、
前記解析値算出ステップが求めた前記パネル画像ごとの前記解析値を出力する出力ステップと、
を含み、
前記解析値は、1つの前記パネル画像における輝度値の平均値であるパネル輝度平均値に係る第1解析値と、当該パネル画像における輝度値のばらつきに係る第2解析値とを含む、
ことを特徴とする、検査方法。

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、太陽電池パネルの検査システム及び検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、屋外の太陽電池パネルの異常の有無を特定する方法として、EL（エレクトロルミネッセンス）法を用いた検査（以下、「EL検査」という。）が提案されている。

EL検査では、太陽電池パネルに電流を供給することで当該太陽電池パネルの電池セルが発光（以下、「EL発光」という。）する現象を利用して、当該EL発光を撮像装置が撮像して表示装置に表示する。太陽電池パネルに異常があるとEL発光の輝度が低下するため、検査員は、撮像画像を確認し、その撮像画像に映っている太陽電池パネルの明暗からどの太陽電池パネルに異常が発生しているかを特定する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-208677号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、EL検査は、オンサイトで行われることが一般的であるが、オンサイトでは、周囲明るさや太陽電池パネルと撮像装置との間の距離が変動することがあり、太陽電池パネルを撮像する条件（撮像条件）が常に固定されずに変動する場合がある。したがって、撮像画像上の太陽電池パネルの輝度も撮像条件によって変動するため、検査員は、異常が生じている太陽電池パネル（以下、「異常太陽電池パネル」という。）を特定することが困難な場合があった。

20

【0005】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、オンサイトでのEL検査において、検査員による異常太陽電池パネルの特定を容易にすることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

（1）本発明の一態様は、複数の太陽電池パネルに直流電流を供給する直流電源と、前記複数の太陽電池パネルを撮像する撮像装置と、前記撮像装置が撮像した撮像画像から前記各太陽電池パネルの画像であるパネル画像をそれぞれ抽出する画像処理部と、前記複数の太陽電池パネルのうち異常が生じている太陽電池パネルを特定するための解析値を前記パネル画像ごとに算出する解析値算出部と、前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記解析値を出力する出力部と、を備え、前記解析値は、1つの前記パネル画像における輝度値の平均値であるパネル輝度平均値に係る第1解析値と、当該パネル画像における輝度値のばらつきに係る第2解析値とを含む、ことを特徴とする、検査システムである。

30

【0007】

（2）上記（1）の検査システムであって、前記第1解析値は、前記パネル輝度平均値と、全ての前記パネル画像における輝度値の平均値である全体輝度平均値から前記パネル輝度平均値を差し引いた値である輝度偏差と、のいずれかであり、前記第2解析値は、前記輝度値の分散又は標準偏差であってもよい。

40

【0008】

（3）上記（1）又は上記（2）の検査システムであって、前記解析値算出部は、前記第1解析値及び前記第2解析値のそれぞれに対して、正規化処理を行ってもよい。

【0009】

（4）上記（1）から上記（3）のいずれかの検査システムであって、表示装置をさらに備え、前記出力部は、前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記第1解析値及び前記第2解析値を前記表示装置に表示してもよい。

50

【 0 0 1 0 】

(5) 上記 (4) の検査システムであって、前記出力部は、前記第 1 解析値を第 1 軸とし、前記第 2 解析値を第 2 軸とした二次元の直交座標系に、前記解析値算出部が求めた前記パネル画像ごとの前記解析値をプロットした二次元グラフを前記表示装置に表示してもよい。

【 0 0 1 1 】

(6) 本発明の一態様は、複数の太陽電池パネルに前記直流電流を供給する供給ステップと、前記複数の太陽電池パネルに前記直流電流が供給されている間の所定期間において、前記複数の太陽電池パネルを撮像装置で撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップで撮像された撮像画像から前記各太陽電池パネルの画像であるパネル画像をそれぞれ抽出する画像処理ステップと、前記複数の太陽電池パネルのうち異常が生じている太陽電池パネルを特定するための解析値を前記パネル画像ごとに算出する解析値算出ステップと、前記解析値算出ステップが求めた前記パネル画像ごとの前記解析値を出力する出力ステップと、を含み、前記解析値は、1つの前記パネル画像における輝度値の平均値であるパネル輝度平均値に係る第 1 解析値と、当該パネル画像における輝度値のばらつきに係る第 2 解析値とを含む、ことを特徴とする、検査方法である。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

以上説明したように、本発明によれば、検査員による異常太陽電池パネルの特定を容易にすることができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本実施形態に係る検査システム 4 の概略構成の一例を示す図である。

【 図 2 】 本実施形態に係る異常検査装置 7 のハードウェア構成の一例を示す図である。

【 図 3 】 本実施形態に係る制御装置 40 の機能部の一例を示す図である。

【 図 4 】 本実施形態に係る画像処理部 51 の処理を説明する図である。

【 図 5 】 本実施形態に係る輝度値ヒストグラムを示す図である。

【 図 6 】 本実施形態に係る第 1 解析値及び第 2 解析値を説明する図である。

【 図 7 】 本実施形態に係る第 1 解析値及び第 2 解析値を求めることによる効果を説明する図である。

30

【 図 8 】 本実施形態に係る表示装置 30 の表示画面を示す図である。

【 図 9 】 本実施形態に係る異常検査装置 7 の動作のフロー図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、本実施形態に係る検査システム及び検査方法を、図面を用いて説明する。本実施形態に係る検査システム及び検査方法は、エレクトロルミネッセンス (E L) の発光を利用して太陽電池パネルの異常の有無の検査又は検査員が異常の有無を判定するための解析値の算出 (以下、「 E L 検査」という。) を実行する。

【 0 0 1 5 】

具体的には、本実施形態に係る E L 検査は、太陽電池パネルに直流電圧を印加することで当該太陽電池パネルの電池セルが発光 (以下、「 E L 発光」という。) する現象を利用して、当該 E L 発光を撮像装置で撮像し、その撮像した撮像画像の輝度値に基づいて検査員が異常の有無を判定するための解析値を求めて表示する。

40

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本実施形態に係る検査システム 4 の概略構成の一例を示す図である。図 1 に示す検査システム 4 は、太陽電池ストリング 1 内で直列に接続されている複数の太陽電池パネル 2 に対して接続箱 3 を介して直流電圧を印加しながら当該太陽電池パネルを上空から撮像する。そして、検査システム 4 は、その撮像画像を用いて E L 検査を実行する。ただし、接続箱 3 は、必ずしも必要ではなく、太陽電池パネル 2 に直流電圧を印加することができれば、接続箱 3 を用いなくてもよい。なお、太陽電池パネル 2 に対する直流電圧の印加は

50

、手動でもよいし、自動であってもよい。例えば、太陽電池パネル 2 に対する直流電圧の印加は、撮像装置 6 の位置や撮像タイミングに応じて自動で行われてもよい。

【 0 0 1 7 】

太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n は、それぞれ並列に接続されている。

各太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n は、直列に接続された複数の太陽電池パネル 2 を備えている。なお、複数の太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n のそれぞれを区別しない場合には、単に「太陽電池ストリング 1」と表記する。

【 0 0 1 8 】

太陽電池パネル 2 は、複数枚の太陽電池セルがパネル状に並べられ、太陽光を受光することで光起電力効果により直流電力を発生させる。なお、太陽電池ストリング 1 の数は、1 以上であればいくつでもよい。太陽電池ストリング 1 に含まれる太陽電池パネル 2 の数は、2 以上であればいくつでもよい。

10

【 0 0 1 9 】

接続箱 3 は、複数の太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n を多段階且つ電氣的に並列に接続している。接続箱 3 は、太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n のそれぞれに接続されている各接続線を 1 つの接続線 L に集線する。なお、複数の太陽電池ストリング 1 - 1 ~ 1 - n で発電された電力を電力系統に供給する場合には、接続線 L は、パワーコンディショナ（不図示）を介して系統線に接続される。

【 0 0 2 0 】

例えば、接続箱 3 は、複数のスイッチ S W - 1 ~ S W - n を備える。

20

スイッチ S W - 1 は、太陽電池ストリング 1 - 1 に接続されている電力線 W - 1 と接続線 L との間で接続されている。スイッチ S W - 1 がオン状態の場合には、電力線 W - 1 と接続線 L とが電氣的に接続される。スイッチ S W - 1 がオフ状態の場合には、電力線 W - 1 と接続線 L との電氣的な接続が遮断される。

スイッチ S W - 2 は、太陽電池ストリング 1 - 2 に接続されている電力線 W - 2 と接続線 L との間で接続されている。スイッチ S W - 2 がオン状態の場合には、電力線 W - 2 と接続線 L とが電氣的に接続される。スイッチ S W - 2 がオフ状態の場合には、電力線 W - 2 と接続線 L との電氣的な接続が遮断される。

スイッチ S W - n は、太陽電池ストリング 1 - n に接続されている電力線 W - n と接続線 L との間で接続されている。スイッチ S W - n がオン状態の場合には、電力線 W - n と接続線 L とが電氣的に接続される。スイッチ S W - n がオフ状態の場合には、電力線 W - n と接続線 L との電氣的な接続が遮断される。

30

【 0 0 2 1 】

次に、本実施形態に係る検査システム 4 の構成について、説明する。

検査システム 4 は、直流電源 5、撮像装置 6 及び異常検査装置 7 を備える。

【 0 0 2 2 】

直流電源 5 は、複数の太陽電池パネル 2 に直流電圧を印加することでその複数の太陽電池パネル 2 に直流電流を供給する。

具体的には、直流電源 5 は、接続線 L に接続されており、接続線 L に直流電圧 V d c を印加する。これにより、オン状態であるスイッチ S W に電力線 W を介して接続されている複数の太陽電池パネル 2 に直流電圧が印加され直流電流である検査電流が注入される。なお、直流電源 5 は、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池といった二次電池であってもよい。直流電源 5 は、電気二重層キャパシタ（コンデンサ）であってもよい。また、直流電源 5 は、商用電源からの商用電力を直流に変換することで直流電圧 V d c を生成してもよい。

40

【 0 0 2 3 】

撮像装置 6 は、近赤外線カメラを有し、検査対象である太陽電池ストリング 1 に直流電圧が印加され検査電流が当該太陽電池ストリング 1 を構成する複数の太陽電池パネル 2 に注入されると、当該複数の太陽電池パネル 2 を一つの画像に収まるように撮像する。すなわち、撮像装置 6 は、検査対象となる太陽電池ストリング 1 に含まれている全ての太陽電

50

池パネル 2 を一つの画像に収まるように撮像する。なお、撮像装置 6 は、検査対象が複数の太陽電池ストリング 1 である場合には、その複数の太陽電池ストリング 1 に含まれている全ての太陽電池パネル 2 を一つの画像に収まるように撮像してもよい。このように、撮像装置 6 は、複数の太陽電池ストリング 1 を撮像するにあたって、太陽電池ストリング 1 ごとに撮像してもよいし、複数の太陽電池ストリング 1 をまとめて一つの画像に収まるように撮像してもよい。なお、撮像装置 6 は、太陽電池ストリング 1 内の太陽電池パネル 2 の全てが一つの画像に収まるように撮像しなくてもよい。撮像装置 6 は、太陽電池ストリング 1 内の太陽電池パネル 2 の全てが一つの画像に収まるように撮像できない場合には、撮像装置 6 の位置を変えて繰り返し撮影してもよい。撮像装置 6 は、太陽電池ストリング 1 内の複数の太陽電池パネル 2 を 1 回あるいは複数回に分けて撮影してもよいし、複数の太陽電池ストリング 1 を 1 回あるいは複数回に分けて撮影してもよい。

【 0 0 2 4 】

撮像装置 6 が撮像した画像である撮像画像 G は、静止画であってもよいし、動画であってもよい。ここで、検査電流が注入された太陽電池パネル 2 において、正常の太陽電池セルは、所定の強度で E L 発光する。一方、正常ではない太陽電池セルは、所定の強度よりも低い強度で E L 発光するか又は E L 発光しない。例えば、正常ではない太陽電池セルとは、断線・接続不良が発生している太陽電池セルやクラックなどの劣化が発生している太陽電池セルである。さらに、劣化箇所は、劣化が進むにつれて E L 発光の輝度が徐々に低下する。したがって、検査システム 4 は、撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G の輝度に基づいて太陽電池パネル 2 の異常の有無を検査することができる。

【 0 0 2 5 】

なお、撮像装置 6 は、手動により撮像してもよいし、自動で撮像してもよい。例えば、ユーザが撮像装置 6 を操作することで、撮像装置 6 は検査対象の太陽電池ストリング 1 を撮像してもよい。また、撮像装置 6 は、不図示の端末装置から第 1 の操作信号を受信した場合に、検査対象の太陽電池ストリング 1 を撮像してもよい。また、撮像装置 6 は、上記端末装置から第 2 の操作信号を受信した場合に、撮像装置 6 は検査対象の太陽電池パネル 2 の撮像を停止してもよい。

【 0 0 2 6 】

上記端末装置は、ユーザにより操作されることで第 1 の操作信号や第 2 の操作信号を無線又は有線で撮像装置 6 に送信する。上記端末装置は、リモートコントローラであってもよい。また、上記端末装置は、ユーザにより可搬可能な携帯情報端末であってもよく、例えば、スマートフォンやタブレット端末である。

【 0 0 2 7 】

また、撮像装置 6 は、所定の位置に固定されてもよいし、太陽電池ストリング 1 の上空を移動する移動体に設けられてもよい。この移動体は、有人であってもよく、無人であってもよい。例えば、前記移動体は、ドローンなどの小型の飛行体である。

撮像装置 6 は、撮像した撮像画像 G を無線又は有線で異常検査装置 7 に送信する。ただし、これに限定されず、撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G のデータをユーザが撮像装置 6 から取り出し、その取り出したデータを異常検査装置 7 に入力してもよい。

【 0 0 2 8 】

異常検査装置 7 は、撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G に基づいて太陽電池パネル 2 ごとの解析値を算出する。そして、異常検査装置 7 は、太陽電池パネル 2 ごとの解析値を表示する。

以下において、本実施形態に係る異常検査装置 7 の構成について、図 2 を用いて説明する。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、本実施形態に係る異常検査装置 7 のハードウェア構成の一例を示す図である。図 2 に示すように、異常検査装置 7 は、入力装置 1 0、通信装置 2 0、表示装置 3 0 及び制御装置 4 0 を備える。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

入力装置 10 は、ユーザからの入力を受け付けて、当該入力に係る情報（以下、「入力情報」という。）を制御装置 40 に出力する。例えば、入力装置 10 は、タッチパネル、キーボード等に代表されるハードウェアキー、マウス等のポインティングデバイスである。また、入力装置 10 は、マイク等の音声による操作入力を受け付けてもよい。

【0031】

通信装置 20 は、外部装置と通信し、撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G を撮像装置 6 から直接又は間接的に受信する。例えば、通信装置 20 は、撮像装置 6 と通信し、撮像装置 6 から撮像画像 G を受信する。通信装置 20 は、受信した撮像画像 G を制御装置 40 に送信する。通信装置 20 が外部装置と通信する通信方式は、特に限定されないが、有線でもよいし、無線でもよい。また、無線の場合には、無線 LAN 通信であってもよいし、Wi-Fi（登録商標）やブルートゥース（登録商標）等の近距離無線通信であってもよい。

10

【0032】

表示装置 30 は、制御装置 40 から出力された解析値を含む情報を表示する。表示装置 30 は、制御装置 40 から出力された前記情報を表示するものであれば、特に限定されないが、例えば、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイ、CRT（Cathode Ray Tube）ディスプレイ等である。

【0033】

制御装置 40 は、メモリと、メモリに格納されている EL 検査を行うためのプログラムを実行するプロセッサと、を有する。上記メモリは、不揮発性メモリ（ROM（Read Only Memory）、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ、EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等）を有する。ただし、上記メモリは、揮発性メモリを更に備えてもよい。例えば、上記プロセッサは、CPU（Central Processing Unit）又は MPU（Micro Processing Unit）などである。制御装置 40 は、例えば、コンピュータである。

20

【0034】

次に、本実施形態に係る制御装置 40 の機能部について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、本実施形態に係る制御装置 40 の機能部の一例を示す図である。

図 3 に示すように、制御装置 40 は、異常解析部 50 及び出力部 60 を備える。

【0035】

異常解析部 50 は、撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G のうち、各太陽電池パネル 2 の画像であるパネル画像 M を抽出し、各パネル画像 M に基づいて、複数の太陽電池パネル 2 のうち異常が生じている太陽電池パネル 2（以下、「異常太陽電池パネル」という。）を特定するための解析値 K を太陽電池パネル 2 ごとに算出する。この解析値は、第 1 解析値と第 2 解析値とを含む。

30

【0036】

出力部 60 は、異常解析部 50 が算出した太陽電池パネル 2 ごとの解析値 K を表示装置 30 に表示する。

【0037】

以下に、異常解析部 50 の具体的な機能部について、説明する。

【0038】

異常解析部 50 は、画像処理部 51 及び解析値算出部 52 を備える。

40

【0039】

画像処理部 51 は、まず、撮像画像 G を取得すると、その撮像画像 G に対して所定の画像処理を行って、撮像画像 G に映っている太陽電池ストリング 1 の画像を、真上から見下ろした太陽電池ストリング 1 の画像に補正する。具体的には、8 つの太陽電池パネル 2 - 1 ~ 2 - 8 からなる太陽電池ストリング 1 - 1 が検査対象である場合には、撮像装置 6 が撮像した太陽電池ストリング 1 - 1 の撮像装置 G は、図 4（a）に示すように、傾いている場合がある。したがって、画像処理部 51 は、撮像画像 G に対して上記傾きを補正して、図 4（b）に示すように、太陽電池ストリング 1 - 1 を真上から見下ろした画像である補正画像 G' に変換する。なお、太陽電池ストリング 1 は 8 つの太陽電池パネル 2 - 1 ~

50

2 - 8 からなるとしたが、太陽電池パネル 2 の枚数は何枚であってもよい。

【0040】

ここで、画像処理部 5 1 は、入力装置 1 0 からの入力情報に基づいて、撮像画像 G を補正画像 G' に変換してもよい。例えば、出力部 6 0 は、制御装置 4 0 が撮像画像 G を受信すると、その撮像画像 G を表示装置 3 0 に表示する。ユーザは、表示装置 3 0 に表示されている撮像画像 G において、入力装置 1 0 を操作して太陽電池ストリング 1 - 1 の 4 隅の頂点を選択する。これにより、画像処理部 5 1 は、入力情報に基づいて、撮像画像 G における太陽電池ストリング 1 - 1 の 4 隅の頂点を認識することができ、その 4 つの頂点に基づいて、撮像画像 G を補正画像 G' に変換する。ただし、これに限定されず、画像処理部 5 1 は、入力装置 1 0 から入力情報ではなく、自動で上記 4 隅の頂点を認識してもよい。例えば、画像処理部 5 1 は、撮像画像 G の明暗に基づいて 4 隅の頂点を自動で選択してもよい。

10

【0041】

画像処理部 5 1 は、撮像画像 G を補正画像 G' に変換すると、図 4 (c) に示すように、その補正画像 G' に含まれている各太陽電池パネル 2 の画像を抽出する。例えば、画像処理部 5 1 には、太陽電池ストリング 1 - 1 の中に縦と横で何枚の太陽電池パネル 2 が含まれているかの情報である枚数情報が記憶されている。よって、画像処理部 5 1 は、その枚数情報にしたがって、補正画像 G' を均等に切り出すことで、太陽電池パネル 2 - 1 から 2 - 8 の各画像 (以下、「パネル画像」という。) M を抽出する。なお、画像処理部 5 1 は、入力装置 1 0 からの入力情報に基づいて枚数情報を取得してもよい。すなわち、ユーザが入力装置 1 0 を操作して枚数情報を入力し、画像処理部 5 1 は、入力装置 1 0 からの枚数情報に基づいて補正画像 G' から、太陽電池パネル 2 - 1 ~ 2 - 8 の各パネル画像 M を抽出してもよい。そして、画像処理部 5 1 は、抽出した各パネル画像 M のそれぞれに対して固有の識別情報 S を付与する。この識別情報 S は、太陽電池パネル 2 - 1 から 2 - 8 のそれぞれを特定可能な情報であってもよい。例えば、識別情報 S は、太陽電池パネル 2 - 1 から 2 - 8 のそれぞれの位置を示す情報であってもよい。

20

このように、画像処理部 5 1 は、撮像画像 G から太陽電池パネル 2 ごとの画像が同じ画像サイズになるように変換し、その太陽電池パネル 2 ごとの画像であるパネル画像 M を抽出する。

【0042】

本実施形態では、太陽電池パネル 2 - 1 のパネル画像 M を「パネル画像 M 1」とし、パネル画像 M 1 に識別情報 S 1 が付与される。太陽電池パネル 2 - 2 のパネル画像 M を「パネル画像 M 2」とし、パネル画像 M 2 に識別情報 S 2 が付与される。太陽電池パネル 2 - 3 のパネル画像 M を「パネル画像 M 3」とし、パネル画像 M 3 に識別情報 S 3 が付与される。太陽電池パネル 2 - 4 のパネル画像 M を「パネル画像 M 4」とし、パネル画像 M 4 に識別情報 S 4 が付与される。太陽電池パネル 2 - 5 のパネル画像 M を「パネル画像 M 5」とし、パネル画像 M 5 に識別情報 S 5 が付与される。太陽電池パネル 2 - 6 のパネル画像 M を「パネル画像 M 6」とし、パネル画像 M 6 に識別情報 S 6 が付与される。太陽電池パネル 2 - 7 のパネル画像 M を「パネル画像 M 7」とし、パネル画像 M 7 に識別情報 S 7 が付与される。太陽電池パネル 2 - 8 のパネル画像 M を「パネル画像 M 8」とし、パネル画像 M 8 に識別情報 S 8 が付与される。

30

40

【0043】

解析値算出部 5 2 は、第 1 解析値算出部 5 3 及び第 2 解析値算出部 5 4 を備える。

【0044】

第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M における輝度値 L の平均値であるパネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値をパネル画像 M ごとに算出する。例えば、第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M の各画素の輝度値 L を取得し、その輝度値 L の合計からパネル画像 M の総画素数 X で割った値であるパネル輝度平均値 L_{ave} を第 1 解析値として求める。

例えば、第 1 解析値算出部 5 3 は、図 5 に示すように、パネル画像 M における画素の輝度値の分布を示す輝度値ヒストグラムを作成し、その輝度値ヒストグラムからパネル輝度

50

平均値 L_{ave} を 1 解析値として求めてもよい。

【 0 0 4 5 】

第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 1 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 1$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 2 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 2$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 3 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 3$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 4 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 4$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 5 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 5$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 6 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 6$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 7 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 7$ 」とする。第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル画像 M 8 のパネル輝度平均値 L_{ave} を求め、そのパネル輝度平均値 L_{ave} を「パネル輝度平均値 $L_{ave} 8$ 」とする。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、第 1 解析値算出部 5 3 は、すべてのパネル画像 M の輝度値の平均値である全体輝度平均値 L_s を求め、その全体輝度平均値 L_s からパネル輝度平均値 L_{ave} を差し引いた値である輝度偏差 $L = (全体輝度平均値 L_s - パネル輝度平均値 $L_{ave})$ を第 1 解析値として求めてもよい。$

20

【 0 0 4 7 】

全体輝度平均値 L_s は、検査対象である太陽電池ストリング 1 全体の輝度値の平均値である。よって、太陽電池ストリング 1 の全体輝度平均値 L_s は、例えば、以下に示す式 (1) を用いて算出される。

【 0 0 4 8 】

$$L_s = (L_{ave} 1 + L_{ave} 2 + L_{ave} 3 + L_{ave} 4 + L_{ave} 5 + L_{ave} 6 + L_{ave} 7 + L_{ave} 8) / 8 \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 9 】

よって、第 1 解析値は、パネル輝度平均値 L_{ave} であってよいし、偏差 L であってよい。

30

さらに、第 1 解析値算出部 5 3 は、パネル輝度平均値 L_{ave} 又は偏差 L を対して正規化し、その正規化した後の値を第 1 解析値としてもよい。

【 0 0 5 0 】

例えば、偏差 L を正規化する場合には、解析値算出部 5 2 は、以下に示す式に従って偏差 L に対して正規化を行う第 1 正規化処理を太陽電池パネル (パネル画像 M) ごとに行う。

【 0 0 5 1 】

第 1 解析値 = 偏差 $L / (輝度最大値 L_{max} - 輝度最小値 $L_{min}) \quad \dots (2)$$

【 0 0 5 2 】

輝度最大値 L_{max} は、太陽電池ストリング 1 - 1 における輝度値の最大値である。すなわち、太陽電池パネル 2 - 1 ~ 2 - 8 のすべての画素の輝度値の中の最大値である。輝度最小値 L_{min} は、太陽電池ストリング 1 - 1 における輝度値の最小値である。すなわち、太陽電池パネル 2 - 1 ~ 2 - 8 のすべての画素の輝度値の中の最小値である。

40

【 0 0 5 3 】

第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル画像 M における輝度値 L のばらつきに係る第 2 解析値をパネル画像 M ごとに算出する。例えば、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル画像 M における輝度値 L のばらつきを第 2 解析値としてパネル画像 M ごとに算出する。ここで、ばらつきとは、分散 $E (= \sigma^2)$ や標準偏差 σ である。以下に説明する場合には、ばらつきは、分散 E である場合について説明するが、これに限定されない。

50

【 0 0 5 4 】

第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave1} と、パネル画像 M_1 の輝度値と、の差を二乗した値（以下、「二乗値」という。）を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値をすべて合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_1 の分散 E_1 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave2} と、パネル画像 M_2 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_2 の分散 E_2 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave3} と、パネル画像 M_3 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_3 の分散 E_3 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave4} と、パネル画像 M_4 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_4 の分散 E_4 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave5} と、パネル画像 M_5 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_5 の分散 E_5 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave6} と、パネル画像 M_6 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_6 の分散 E_6 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave7} と、パネル画像 M_7 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_7 の分散 E_7 とする。

同様に、第 2 解析値算出部 5 4 は、パネル輝度平均値 L_{ave8} と、パネル画像 M_8 の輝度値と、の差の二乗値を画素ごとに求め、すべての画素の二乗値を合計して総画素数 X で割った値をパネル画像 M_8 の分散 E_8 とする。

【 0 0 5 5 】

なお、第 2 解析値算出部 5 4 は、分散 E を対して正規化し、その正規化した後の値を第 2 解析値としてもよい。

【 0 0 5 6 】

例えば、第 2 解析値算出部 5 4 は、太陽電池パネルごとに第 2 解析値を求める場合には、以下に示す式に従って太陽電池パネルの分散 E に対して正規化を行う第 2 正規化処理を太陽電池パネルごとに行う。

【 0 0 5 7 】

$$\text{第 2 解析値} = (\text{分散 } E) / (\text{輝度最大値 } L_{max} - \text{輝度最小値 } L_{min}) \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 8 】

このように、解析値算出部 5 2 は、複数のパネル画像 $M_1 \sim M_8$ それぞれにおいて、パネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値及び分散 E に係る第 2 解析値を算出する。換言すれば、解析値算出部 5 2 は、複数の太陽電池パネル 2 - 1 ~ 2 - 8 のそれぞれにおいて、第 1 解析値及び第 2 解析値を算出する。

例えば、解析値算出部 5 2 は、図 6 に示すように、複数のパネル画像 $M_1 \sim M_8$ の識別情報 $S_1 \sim S_8$ のそれぞれにおいて、そのパネル画像 M に対応するパネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値及び分散 E に係る第 2 解析値を関連付けて格納する。図 6 (a) は、第 1 解析値がパネル輝度平均値 L_{ave} である場合の図である。図 6 (b) は、第 1 解析値が輝度偏差 L である場合の図である。

【 0 0 5 9 】

ここで、太陽電池ストリング 1 は、同程度の性能で同時期に（例えば、同じロット）作られた複数の太陽電池パネル 2 が直列に接続されていることが多い。そのため、各太陽電池パネル 2 に含まれる全ての太陽電池セルは、同じように劣化するため、太陽電池ストリング 1 の中の全ての太陽電池パネル 2 も同じように劣化する。すなわち、太陽電池ストリング 1 の中に含まれる複数の太陽電池セルの E_L 発光の輝度値は同じように低下していく

10

20

30

40

50

。そのため、太陽電池ストリング 1 内の全ての太陽電池パネル 2 の各パネル画像 M の輝度値は、同一となるはずである。ただし、実際には同一とはならず、図 7 に示すように、一部の太陽電池セルが他の太陽電池セルよりも劣化が進んだり、配線が痛むなどして発電効率が落ちるため、その一部分だけ輝度が低下する。

【 0 0 6 0 】

すなわち、図 7 に示すように、撮像装置 6 で撮像した複数の太陽電池パネル 2 の画像では、健全な太陽電池パネル 2 であれば、設置直後ではいずれも白く、理想的に劣化すれば、いずれの太陽電池パネルの画像も同じく暗くなるはずであるが、実際には、太陽電池セルごとに劣化度合いが異なる。

そのため、太陽電池ストリング 1 内で、他の太陽電池パネル 2 と相対的に比べて輝度値の低い箇所が多い、すなわち輝度値ヒストグラムを描いたときの輝度値の平均値が低い場合には、劣化が進んでいる可能性が高い。さらに、仮に輝度値の平均値が他の太陽電池パネル 2 と同等であっても、明るい太陽電池セルと暗い太陽電池セルとが混在している可能性がある。

【 0 0 6 1 】

そこで、ユーザは、太陽電池ストリング 1 内の複数の太陽電池パネル 2 に対し、「パネル輝度平均値 L_{ave} が相対的に低い（輝度偏差 L が相対的に大きい）」または「輝度値のばらつきを示す第 2 解析値が相対的に大きい」太陽電池パネル 2 は、劣化が進んでいる可能性が高いと判断する。

例えば、図 7 に示す例では、太陽電池パネル 2 - 1 と太陽電池パネル 2 - 8 とが異常太陽電池パネルである。図 7 に示すように、太陽電池パネル 2 - 2 と太陽電池パネル 2 - 1 とを比較した場合には、太陽電池パネル 2 - 1 は輝度値の平均値が低いため、総じて発電量は少ないといえる。また、太陽電池パネル 2 - 8 は、輝度値の平均値が高く発電できているといえるが、急激に劣化が進むセルが混ざっているため、輝度値のばらつきは大きい。よって、ユーザは、太陽電池パネル 2 - 8 が太陽電池パネル 2 - 2 よりも輝度のばらつきが大きく、太陽電池パネル 2 - 1 が太陽電池パネル 2 - 2 よりもパネル輝度平均値 L_{ave} が低いため、太陽電池パネル 2 - 1 と太陽電池パネル 2 - 8 とが異常太陽電池パネルであると特定することができる。すなわち、ユーザは、太陽電池パネル 2 ごとのパネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値及びばらつき（例えば、分散 E ）に係る第 2 解析値との情報に基づいて、異常太陽電池パネルを特定することができる。

【 0 0 6 2 】

次に、本実施形態に係る表示装置 3 0 の表示画面について、図 8 を用いて説明する。図 8 は、本実施形態に係る表示装置 3 0 の表示画面を示す図である。図 8 の黒丸（ ）は、解析値 K を示す。

出力部 6 0 は、異常解析部 5 0 が算出した太陽電池パネル 2（パネル画像 M）ごとの第 1 解析値及び第 2 解析値を表示装置 3 0 に表示する。

【 0 0 6 3 】

具体的には、図 8 に示すように、出力部 6 0 は、2 次元の直交座標系において、第 1 軸（例えば、横軸）が第 1 解析値とし、第 2 軸（例えば、縦軸）が第 2 解析値として、解析値算出部 5 2 が算出したパネル画像 M ごとの解析値 K を表示装置 3 0 にプロットする。図 8 に示す例では、表示装置 3 0 に表示された解析値 K の二次元グラフ 1 0 0 において、横軸が偏差 L であり、縦軸が分散 E である。出力部 6 0 は、プロットした解析値 K がどの太陽電池パネル 2 の解析値であるかを示すために、解析値 K のそれぞれの近傍に、解析値 K に対応する識別情報 S を表示する。

【 0 0 6 4 】

また、出力部 6 0 は、画像処理部 5 1 が抽出した複数のパネル画像 M から成る検査対象の太陽電池ストリング 1 の画像であるストリング画像 1 0 1 を表示する。このストリング画像 1 0 1 は、太陽電池ストリング 1 内の各太陽電池パネル 2 の位置関係を示す図である。なお、ストリング画像 1 0 1 における各太陽電池パネル 2 の画像、すなわちパネル画像 M には、識別情報 S が対応付けられて、表示されている。

これにより、ユーザは、出力部 60 により解析値 K が二次元の直交座標系にプロットされた二次元グラフ 100 を確認することで、異常太陽電池パネルを特定することができる。さらに、ユーザは、ストリング画像 101 を確認することで異常太陽電池パネルがどの位置に配置されている太陽電池パネルなのかを特定することができる。

【0065】

ここで、ユーザは、入力装置 10 を操作することで、判定閾値 200 を設定し、且つ、二次元グラフ 100 にその判定閾値 200 を表示させることができる。判定閾値 200 は、異常太陽電池パネルと、異常が生じていない太陽電池パネル 2 とを判別するための解析値 K の閾値である。ユーザが入力装置 10 を操作して判定閾値 200 を入力すると、出力部 60 は、入力装置 10 から判定閾値 200 の入力情報を取得し、判定閾値 200 を設定するとともに、二次元グラフ 100 に表示する。ここで、判定閾値 200 は、図 8 に示すように、二次元グラフ 100 上において、直線で示されているが、これに限定されず、曲線や階段状などに設定されてもよい。また、機械学習などの方法で正常と異常の識別を行なう判定条件を定めてもよい。

10

【0066】

出力部 60 は、判定閾値 200 に基づいて、複数の太陽電池パネル 2 の中から異常太陽電池パネルを判定してもよい。図 8 に示す例では、出力部 60 は、複数の解析値 K のそれぞれに対して、判定閾値 200 を超えるか否かを判定し、判定閾値 200 を超える解析値 K に対応する太陽電池パネル 2 を異常太陽電池パネルと判定する。

ここで、判定閾値 200 は、二次元グラフ上において設定されるため、第 1 解析値の閾値である第 1 判定閾値と、第 2 解析値の閾値である第 2 判定閾値とを有する。図 8 に示す例では、第 1 判定閾値は、偏差 L の閾値である。したがって、出力部 60 は、解析値 K の第 1 解析値が第 1 判定閾値を超える第 1 条件、又は、当該解析値 K の第 2 解析値が第 2 判定閾値を超える第 2 条件の少なくともいずれかの条件が成立すれば、その解析値 K が異常値であるとする。異常値である解析値 K に対応する異常太陽電池パネル 2 は、異常太陽電池パネルである。図 8 に示す例では、識別情報 S8 の解析値 K が異常値であると判定されるため、識別情報 S8 の太陽電池パネル 2 が異常太陽電池パネル 2 となる。

20

【0067】

出力部 60 は、解析値 K の二次元グラフ 100 を表示装置 30 に表示するにあたって、判定閾値 200 を超える解析値 K (すなわち、異常値である解析値 K) を第 1 の態様で表示し、その他の解析 K を第 1 の態様とは異なる第 2 の態様で表示してもよい。例えば、第 1 の態様とは、第 1 の色で表示することであり、第 2 の態様とは第 1 の色とは異なる第 2 の色で表示することである。ただし、これに限定されず、出力部 60 は、異常値である解析値 K とその他の解析値 K とを区別できるように表示すれば、どのような態様であってもよい。

30

出力部 60 は、判定閾値 200 に基づいて、異常値である解析値 K に対応する識別情報 S を表示装置 30 に表示してもよい。

【0068】

次に、本実施形態に係る太陽電池パネル 2 の検査方法について、説明する。

【0069】

まず、撮像画像 G を取得する方法について、説明する。

ユーザは、直流電源 5 を検査対象である太陽電池ストリング 1 に接続して、当該太陽電池ストリング 1 に直流電圧を印加して太陽電池パネル 2 に直流電流を供給する。これにより、太陽電池ストリング 1 内の太陽電池パネル 2 は、EL 発光する。撮像装置 6 は、太陽電池ストリング 1 に直流電流が供給されている間の所定期間において、太陽電池ストリング 1 の上空から、当該太陽電池ストリング 1 を撮像する。なお、撮像装置 6 がドローンなどの小型飛行体に取り付けられている場合には、小型飛行体が予め設定されたルートを行くことで撮像装置 6 が太陽電池ストリング 1 を撮像してもよい。ただし、これに限定されず、ユーザが小型飛行体を遠隔操縦してもよい。

40

撮像装置 6 による太陽電池ストリング 1 の撮像が終了すると、ユーザは、直流電源 5 を

50

取り外して、太陽電池ストリング 1 に対する直流電圧の印加を終了する。撮像装置 6 が撮像した撮像画像 G は、異常検査装置 7 に直接又は間接的に送られる。

【0070】

次に、本実施形態に係る異常検査装置 7 の動作について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、本実施形態に係る異常検査装置 7 の動作のフロー図である。

【0071】

画像処理部 5 1 は、撮像画像 G を取得すると、その撮像画像 G に対して所定の画像処理を行って、撮像画像 G に映っている太陽電池ストリング 1 の画像を、真上から見下ろした太陽電池ストリング 1 の画像である補正画像 G' に補正する。これにより、太陽電池ストリング 1 に含まれる太陽電池パネル 2 の画像サイズが同一になる。画像処理部 5 1 は、補正画像 G' からその補正画像 G' に含まれている各太陽電池パネル 2 の画像を抽出する（ステップ S 1 0 1）。

10

【0072】

解析値算出部 5 2 は、パネル画像 M における輝度値 L の平均値であるパネル輝度平均値 L_{ave} と分散値 E をパネル画像 M ごとに算出する（ステップ S 1 0 2）。

解析値算出部 5 2 は、検査対象である太陽電池ストリング 1 全体の輝度値の平均値である全体輝度平均値 L_s を求める（ステップ S 1 0 3）。例えば、解析値算出部 5 2 は、ステップ S 1 0 2 で求めたパネル画像 M ごとのパネル輝度平均値 L_{ave} の平均値を全体輝度平均値 L_s として求める。

20

【0073】

解析値算出部 5 2 は、全体輝度平均値 L_s からパネル輝度平均値 L_{ave} を差し引いた値である輝度偏差 L をパネル画像 M ごとに求める（ステップ S 1 0 4）。この輝度偏差 L は、本発明の「第 1 解析値」の一例である。分散 E は、本発明の「第 2 解析値」の一例である。

ここで、解析値算出部 5 2 は、輝度偏差 L 及び分散 E のそれぞれに対して正規化処理を行ってもよい。これにより、撮像装置 6 の絞りや撮像条件が変化した場合などによる影響を抑制することができる。

【0074】

出力部 6 0 は、パネル画像 M ごとの輝度偏差 L 及び分散 E を表示装置 3 0 に表示する（ステップ S 1 0 5）。具体的には、出力部 6 0 は、表示装置 3 0 に対して、輝度偏差 L 及び分散 E を二次元の直交座標系にプロットした二次元グラフ 1 0 0 を表示する。これにより、ユーザは、表示装置 3 0 に表示された二次元グラフ 1 0 0 を確認することで、「パネル輝度平均値 L_{ave} が相対的に低い（輝度偏差 L が相対的に大きい）」または「輝度値のばらつきが相対的に大きい」太陽電池パネル 2 を特定するが可能となり、撮像画像 G を確認することなく、異常太陽電池パネルを容易に特定するが可能となる。

30

【0075】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

40

【0076】

（変形例）

上記実施形態では、出力部 6 0 は、パネル画像 M ごとの輝度偏差 L 及び分散 E を表示装置 3 0 に表示したが、これに限定されず、パネル画像 M ごとの輝度偏差 L 及び分散 E を出力すればよく、その態様には特に限定されない。例えば、出力部 6 0 は、パネル画像 M ごとの輝度偏差 L 及び分散 E を紙媒体に印刷させることで出力してもよいし、音声により出力してもよい。さらに、出力部 6 0 は、表示装置 3 0 にパネル画像 M ごとの輝度偏差 L 及び分散 E を表示するにあたって、輝度偏差 L 及び分散 E の二次元グラフ 1 0 0 ではなく、図 6 に示すような表を出力してもよい。

【0077】

以上、説明したように、本実施形態に係る検査システム 4 は、複数の太陽電池パネル 2

50

のうち異常が生じている太陽電池パネルを特定するための解析値 K をパネル画像 M ごとに算出する異常解析部 50 と、異常解析部 50 が求めたパネル画像 M ごとの解析値 K を出力する出力部 60 と、を備える。解析値 K は、1 つのパネル画像 M における輝度値 L の平均値であるパネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値と、当該パネル画像 M における輝度値のばらつきに係る第 2 解析値とを含む。

【0078】

このような構成によれば、オンサイトでの EL 検査において、検査員は、撮像画像から異常太陽電池パネルを特定する必要がなく、検査員による異常太陽電池パネルの特定を容易になる。

【0079】

ここで、一般的に、発電所で用いられている太陽電池パネルの異常の有無の検査を行う場合には、太陽電池パネルを発電所から取り外し、検査機関等の計測環境が常に固定されている場所（以下、「オフサイト」という。）に持ち込んで検査を行うことが一般的である。ただし、オフサイトで太陽電池パネルの検査する場合には、すべての太陽電池パネルを発電所から取り外して検査機関に持ち込んで検査するという大掛かりな作業が必要となる。その結果、ストリング全体の発電が長期間にわたって停止するとともに、太陽電池パネルの取り外し費用も増大する。そこで、エレクトロルミネッセンス（EL）を利用した EL 検査をオンサイト（発電所）にて実行することで、異常が生じている可能性がある太陽電池パネルを特定することが行われている。これにより、EL 検査で異常があるとした太陽電池パネルのみを取り外して検査機関にて精密な検査を行うことで無駄な太陽電池パネルの取り外しを抑制することが望まれている。ただし、EL 検査は、オンサイトで行われることが一般的であるが、オンサイトでは、周囲明るさや太陽電池パネルと撮像装置 6 との間の距離が変動することがあり、太陽電池パネルを撮像する条件（撮像条件）が常に固定されずに変動する場合がある。したがって、撮像画像上の太陽電池パネルの輝度も撮像条件によって変動してしまう。その結果、検査員が撮像画像 G を目で見ることによって異常が生じている太陽電池パネルを特定することは困難な場合があった。

【0080】

一方、本実施形態に係る検査システム 4 は、1 つのパネル画像 M における輝度値 L の平均値であるパネル輝度平均値 L_{ave} に係る第 1 解析値と、当該パネル画像 M における輝度値のばらつきに係る第 2 解析値とを解析値 K をパネル画像ごとに出力する構成を備える。そのため、ユーザは、太陽光発電所から太陽電池パネル 2 を取り外すことなく、劣化が進む太陽電池パネル 2 の特定することができる。また、ユーザは、検査システム 4 によって異常太陽電池パネル 2 だけを取り外して精密な検査を行う検査機関に持ち込むことで、無駄な太陽電池パネル 2 の取り外しを抑制することができる。

【0081】

なお、上述した制御装置 40 の全部または一部をコンピュータで実現するようにしてもよい。この場合、上記コンピュータは、CPU、GPU などのプロセッサ及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を備えてもよい。そして、制御装置 40 の全部または一部の機能をコンピュータで実現するためのプログラムを上記コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムを上記プロセッサに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。ここで、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA 等のプログラマブルロジックデバイスを

10

20

30

40

50

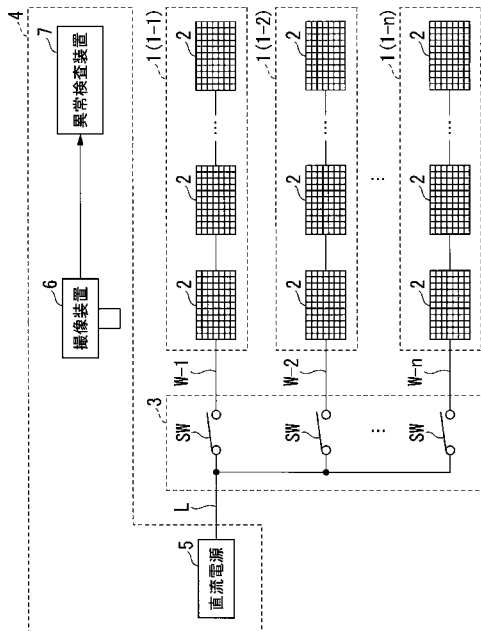
用いて実現されるものであってもよい。

【符号の説明】

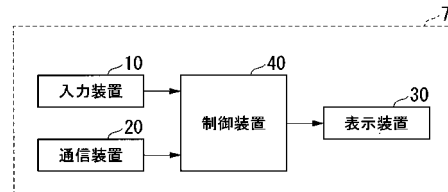
【0082】

- 1 太陽電池ストリング
- 2 太陽電池パネル
- 4 検査システム
- 5 直流電源
- 6 撮像装置
- 7 異常検査装置
- 30 表示装置
- 40 制御装置
- 50 異常解析部
- 51 画像処理部
- 52 解析値算出部
- 60 出力部

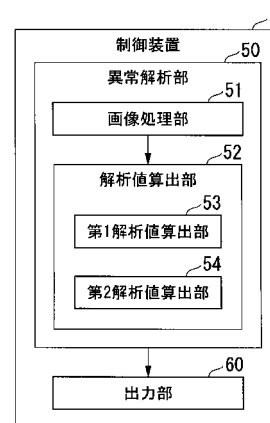
【図1】



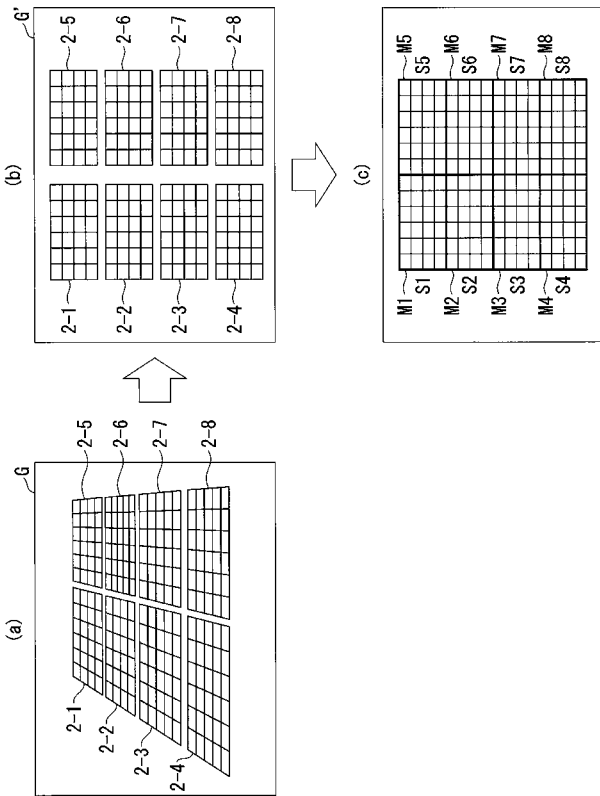
【図2】



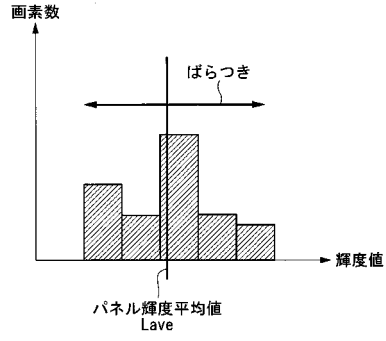
【図3】



【図4】



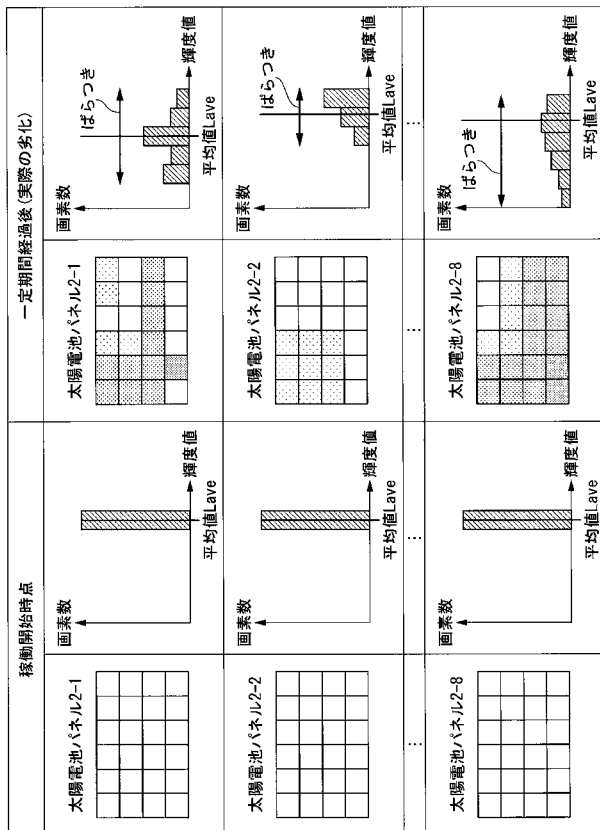
【図5】



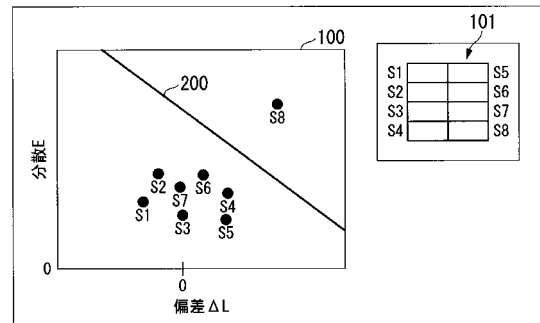
【図6】

パネル画像	識別情報	解析値K		パネル画像	識別情報	解析値K	
		第1解析値	第2解析値			第1解析値	第2解析値
M1	S1	Lave1	E1	M1	S1	Ls-Lave1	E1
M2	S2	Lave2	E2	M2	S2	Ls-Lave2	E2
M3	S3	Lave3	E3	M3	S3	Ls-Lave3	E3
M4	S4	Lave4	E4	M4	S4	Ls-Lave4	E4
M5	S5	Lave5	E5	M5	S5	Ls-Lave5	E5
M6	S6	Lave6	E6	M6	S6	Ls-Lave6	E6
M7	S7	Lave7	E7	M7	S7	Ls-Lave7	E7
M8	S8	Lave8	E8	M8	S8	Ls-Lave8	E8

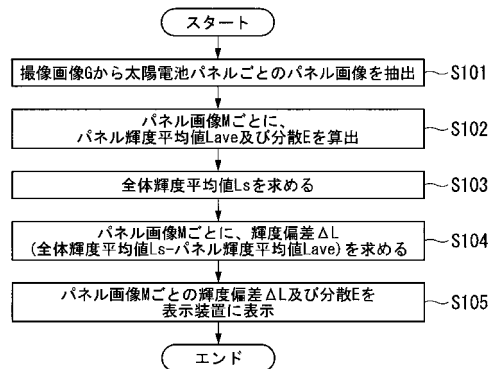
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA73 AB02 CA04 EA16 EB01 EC02 EC03
5F151 KA08