

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5900628号
(P5900628)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 N	21/956	(2006.01)	GO 1 N	21/956	A
GO 1 M	11/00	(2006.01)	GO 1 M	11/00	T
GO 1 B	11/30	(2006.01)	GO 1 B	11/30	A

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-534080 (P2014-534080)	(73) 特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(86) (22) 出願日	平成24年9月5日(2012.9.5)	(74) 代理人	100101753 弁理士 大坪 隆司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/072601	(72) 発明者	高見 芳夫 日本国京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87) 国際公開番号	W02014/038012	(72) 発明者	橋本 豊之 日本国京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87) 国際公開日	平成26年3月13日(2014.3.13)	(72) 発明者	北原 大 日本国京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
審査請求日	平成26年11月11日(2014.11.11)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池セルの検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池セルを検査する太陽電池セルの検査装置において、
前記太陽電池セルの全域に赤外光を照射するとともに、前記太陽電池セルの周縁部に可視光を照射する光照射部と、
前記光照射部から照射され、前記太陽電池セルを透過した赤外光による透過画像を測定する第1画像測定部と、
前記光照射部から前記太陽電池セルの周縁部に照射され、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光による通過画像を測定する第2画像測定部とを備え、
前記光照射部は、
前記太陽電池セルと対向する領域に列設された赤外光を出射する複数の光源と、
前記赤外光を出射する複数の光源の外側において、前記太陽電池セルの外周部と対向する領域に列設された可視光を出射する複数の光源と、
前記可視光を出射する複数の光源から前記太陽電池セルの外周部に向けて出射された可視光をシフトさせることにより、この可視光を前記太陽電池セルの周縁部に照射する可視光シフト機構と、
を備え、
前記可視光シフト機構は、
前記太陽電池セルの外周部と対向する領域に配設され、前記可視光を出射する複数の光源から前記太陽電池セルの外周部に向けて出射された可視光を反射する反射部材と、

前記太陽電池セルと対向する領域に配設され、前記赤外光を出射する複数の光源から出射された赤外光を透過させるとともに、前記反射部材により反射された可視光を反射することにより、この可視光を前記太陽電池セルの周縁部に照射する合成部材と、を備えることを特徴とする太陽電池セルの検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の太陽電池セルの検査装置において、

前記合成部材は、赤外光の照射方向を前記太陽電池セルの端縁方向に偏向するウェッジプリズムと、可視光を反射し赤外光を透過させる誘電体膜とを備える太陽電池セルの検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の太陽電池セルの検査装置において、

前記赤外光を出射する複数の光源の配置間隔は、前記太陽電池セルの中央付近と対向する領域で大きく、前記太陽電池セルの周縁部と対向する領域で小さい太陽電池セルの検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の太陽電池セルの検査装置において、

前記反射部材はハーフミラーである太陽電池セルの検査装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の太陽電池セルの検査装置において、

前記光照射部とは逆側から前記太陽電池セルに可視光を照射する可視光照射部をさらに備え、

前記第 2 画像測定部は、前記可視光照射部から照射され、前記太陽電池セルで反射した可視光による反射画像を測定する太陽電池セルの検査装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の太陽電池セルの検査装置において、

前記光照射部による前記太陽電池セル全域への赤外光の照射と、前記光照射部による前記太陽電池セルの周縁部への可視光の照射と、前記可視光照射部による前記光照射部とは逆側からの前記太陽電池セルへの可視光の照射とを同時に実行するとともに、

前記太陽電池セルを通過した赤外光と、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを受光し、前記太陽電池セルを透過した赤外光を前記第 1 画像測定部に導くとともに、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを前記第 2 画像測定部に導くビームスプリッタを備える太陽電池セルの検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、反射防止膜成膜後の太陽電池セルを検査する太陽電池セルの検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池セルの生産工程においては、太陽電池セルの割れや欠け、あるいは、パターンや成膜の欠陥等を検査する外観検査と、太陽電池セルの内部に生じたクラックやポイド等を検査する内部検査とが実行される。

【0003】

特許文献 1 には、レーザ光源により半導体ウエハに対してレーザ光を照射するとともに、半導体ウエハの表面において反射した光学像を撮像装置により撮像し、欠陥検出部により撮像された半導体ウエハの画像データから欠陥を抽出することにより、半導体ウエハの表面に存在する欠陥を検査する欠陥検査装置が開示されている。

【0004】

また、特許文献 2 には、赤外線光源から半導体ウエハに対して赤外線を照射するととも

10

20

30

40

50

に、半導体ウエハを透過した赤外線赤外線カメラにより撮像する赤外線検査装置が開示されている。この赤外線検査装置においては、クラック等の異常部分と多結晶シリコン基板部分とで赤外線の透過状態が異なることを利用して、半導体ウエハ内部の微小クラックを検出する構成となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-122552号公報

【特許文献2】特開2006-351669号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

太陽電池セルの製造プロセスにおいて、反射防止膜の成膜後の太陽電池セルの検査が実行される。そして、検査で良品と判断された太陽電池セルに対して、電極の印刷と焼成が実行される。この太陽電池セルの検査としては、太陽電池セルの割れや欠けを検査する形状の検査、太陽電池セルに乗ったパーティクル、反射防止膜のピンホール、反射防止膜の膜厚むら、電極生成後のパターン等を検査する表面状態の検査、太陽電池セルの内部に生じた割れを検査するマイクロクラックの検査がある。

【0007】

ここで、上述した形状の検査時には、太陽電池セルの裏面側から可視光を照明して撮影を行っている。また、上述した表面状態の検査時には、太陽電池セルの表面側から可視光を照明して撮影を行っている。さらに、上述したマイクロクラックの検査時には、太陽電池セルの裏面側から赤外線を照射して太陽電池セルを透過した赤外光を撮影している。

20

【0008】

従来、形状の検査および表面状態の検査を行う検査装置と、マイクロクラックの検査を行う検査装置は、使用する照明光の波長が異なることから、各々、別々の装置として構成されている。このため、可視光を使用した形状の検査または表面状態の検査と、赤外光を使用したマイクロクラックの検査とを実行するためには、複数の装置が必要となることから、検査にコストがかかり、また、装置の専有面積が大きくなるばかりではなく、検査に時間がかかるという問題が生ずる。

30

【0009】

この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、可視光を使用した検査と赤外光を使用した検査を単一の装置により実行することが可能な太陽電池セルの検査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1に記載の発明は、太陽電池セルを検査する太陽電池セルの検査装置において、前記太陽電池セルの全域に赤外光を照射するとともに、前記太陽電池セルの周縁部に可視光を照射する光照射部と、前記光照射部から照射され、前記太陽電池セルを透過した赤外光による透過画像を測定する第1画像測定部と、前記光照射部から前記太陽電池セルの周縁部に照射され、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光による通過画像を測定する第2画像測定部とを備え、前記光照射部は、前記太陽電池セルと対向する領域に列設された赤外光を出射する複数の光源と、前記赤外光を出射する複数の光源の外側において、前記太陽電池セルの外周部と対向する領域に列設された可視光を出射する複数の光源と、前記可視光を出射する複数の光源から前記太陽電池セルの外周部に向けて出射された可視光をシフトさせることにより、この可視光を前記太陽電池セルの周縁部に照射する可視光シフト機構とを備え、前記可視光シフト機構は、前記太陽電池セルの外周部と対向する領域に配設され、前記可視光を出射する複数の光源から前記太陽電池セルの外周部に向けて出射された可視光を反射する反射部材と、前記太陽電池セルと対向する領域に配設され、前記赤外光を出射する複数の光源から出射された赤外光を透過させるとともに、前記反

40

50

射部材により反射された可視光を反射することにより、この可視光を前記太陽電池セルの周縁部に照射する合成部材と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記合成部材は、赤外光の照射方向を前記太陽電池セルの端縁方向に偏向するウエッジプリズムと、可視光を反射し赤外光を透過させる誘電体膜とを備える。

【 0 0 1 2 】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記赤外光を出射する複数の光源の配置間隔は、前記太陽電池セルの中央付近と対向する領域で大きく、前記太陽電池セルの周縁部と対向する領域で小さい。

【 0 0 1 3 】

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記反射部材はハーフミラーである。

【 0 0 1 4 】

請求項5に記載の発明は、請求項1から請求項4のいずれかに記載の発明において、前記光照射部とは逆側から前記太陽電池セルに可視光を照射する可視光照射部をさらに備え、前記第2画像測定部は、前記可視光照射部から照射され、前記太陽電池セルで反射した可視光による反射画像を測定する。

【 0 0 1 5 】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の発明において、前記光照射部による前記太陽電池セル全域への赤外光の照射と、前記光照射部による前記太陽電池セルの周縁部への可視光の照射と、前記可視光照射部による前記光照射部とは逆側からの前記太陽電池セルへの可視光の照射とを同時に実行するとともに、前記太陽電池セルを通過した赤外光と、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを受光し、前記太陽電池セルを透過した赤外光を前記第1画像測定部に導くとともに、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを前記第2画像測定部に導くビームスプリッタを備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

請求項1に記載の発明によれば、可視光をシフトさせる可視光シフト機構の作用により、太陽電池セルと対向する領域に赤外光を出射する複数の光源を配置し、その外側の領域に可視光を出射する複数の光源を設置することにより、太陽電池セルの全域に赤外線を均一に照射しながら、太陽電池セルの周縁部に可視光を照射することが可能となる。このため、可視光を使用した形状の検査と赤外光を使用したマイクロクラックの検査を単一の装置により実行することができ、検査のために必要なコストと時間を小さなものとするのが可能となる。

【 0 0 1 7 】

請求項2および請求項3に記載の発明によれば、赤外光の照度が低下しがちな太陽電池セルの周縁部に対する赤外光の照射量を増加させることにより、太陽電池セルの全領域に赤外光をより均一に照射することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

請求項4に記載の発明によれば、形状の検査、表面状態の検査およびマイクロクラックの検査を単一の装置により実行することができ、検査のために必要なコストと時間を最小とすることが可能となる。

【 0 0 1 9 】

請求項5に記載の発明によれば、太陽電池セルを透過した赤外光を第1画像測定部に導くとともに、太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、太陽電池セルで反射した可視光とを第2画像測定部に導くビームスプリッタを備えることから、形状の検査、表面状態の検査およびマイクロクラックの検査を同時に実行することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

【図 1】太陽電池セルの検査装置 1 の概要図である。

【図 2】支持部 1 8 に支持された複数の可視光源 1 1 の配置を示す平面図である。

【図 3】光照射部 1 3 の概要図である。

【図 4】ハーフミラー 2 1 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す部分拡大図である。

【図 5】ハーフミラー 2 1 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す平面図である。

【図 6】太陽電池セルの検査装置 1 の主要な制御系を示すブロック図である。

【図 7】ミラー 2 5 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す部分拡大図である。

【図 8】ミラー 2 5 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、この発明に係る太陽電池セルの検査装置 1 の概要図である。また、図 2 は、支持部 1 8 に支持された複数の可視光源 1 1 の配置を示す平面図である。なお、図 2 においては、反射型拡散板 1 2 の開口部 1 7 を実線で示している。

【 0 0 2 2 】

この太陽電池セルの検査装置 1 は、支持部 1 8 により支持された 6 4 0 n m 程度の波長の可視光を出射する複数個の可視光源 1 1 と、この可視光源 1 1 から照射された可視光を反射して太陽電池セル 1 0 0 の上面に照射するための支持部 1 8 に連結されたドーム型の反射型拡散板 1 2 と、から構成される可視光照射部を備える。可視光源 1 1 から出射された可視光は、反射型拡散板 1 2 により反射され、太陽電池セル 1 0 0 の表面に照射される。

【 0 0 2 3 】

また、この太陽電池セルの検査装置 1 は、太陽電池セル 1 0 0 の裏面側から、太陽電池セル 1 0 0 の全域に赤外光を照射するとともに、太陽電池セル 1 0 0 の周縁部に可視光を照射する光照射部 1 3 を備える。

【 0 0 2 4 】

さらに、この太陽電池セルの検査装置 1 は、平板形状のビームスプリッタ 1 4 と、赤外光による画像を測定するための第 1 画像測定部としての CCD カメラ 1 6 と、可視光による画像を測定するための第 2 画像測定部としての CCD カメラ 1 5 とを備える。ビームスプリッタ 1 4 は、後述するように、太陽電池セル 1 0 0 を通過した赤外光と、太陽電池セル 1 0 0 に遮断されずに通過した可視光と、太陽電池セル 1 0 0 で反射した可視光とを受光可能な位置に配置されている。また、このビームスプリッタ 1 4 は、可視光を反射するとともに、赤外光を透過する構成を有する。

【 0 0 2 5 】

可視光源 1 1 を含む可視光照射部から出射された可視光は、太陽電池セル 1 0 0 の表面で反射された後、反射型拡散板 1 2 における矩形状の開口部 1 7 を通過し、ビームスプリッタ 1 4 においてさらに反射され、CCD カメラ 1 5 に入射する。一方、光照射部 1 3 から出射された赤外光は、太陽電池セル 1 0 0 を透過した後、ビームスプリッタ 1 4 を通過して、CCD カメラ 1 6 に入射する。また、光照射部 1 3 から出射された可視光は、太陽電池セル 1 0 0 の周縁部に照射され、太陽電池セル 1 0 0 に遮断されずに通過した可視光は、ビームスプリッタ 1 4 において反射され、CCD カメラ 1 5 に入射する。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、光照射部 1 3 の概要図である。また、図 4 は、ハーフミラー 2 1 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す部分拡大図である。さらに、図 5 は、ハーフミラー 2 1 および合成部材 2 2 と太陽電池セル 1 0 0 との配置関係を示す平面図であ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 2 7 】

光照射部 1 3 は、太陽電池セル 1 0 0 と対向する領域に列設された赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 と、これらの赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 の外側において、太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域に列設された可視光を出射する複数の LED 素子 3 2 と、拡散板 2 6 と、反射部材としてのハーフミラー 2 1 および合成部材 2 2 から成り、可視光を出射する複数の LED 素子 3 2 から太陽電池セル 1 0 0 の外周部に向けて出射された可視光をシフトさせることにより、この可視光を太陽電池セル 1 0 0 の周縁部に照射する可視光シフト機構とを備える。

【 0 0 2 8 】

赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 は、基板 3 3 上に列設された状態で、太陽電池セル 1 0 0 と対向する領域に配置されている。ここで、「太陽電池セル 1 0 0 と対向する領域」とは、例えば、LED 素子 3 1 を太陽電池セル 1 0 0 の下方に配置した場合には、LED 素子 3 1 と太陽電池セル 1 0 0 とが平面視において重複する状態を意味する。すなわち、「太陽電池セル 1 0 0 と対向する領域」とは、基板 3 3 上に列設された複数の LED 素子 3 1 により形成される面領域が、太陽電池セル 1 0 0 の面領域と対向している状態を意味する。

【 0 0 2 9 】

なお、図 3 に示すように、赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 は、これらの LED 素子 3 1 の配置間隔が、太陽電池セル 1 0 0 の中央付近と対向する領域で大きくなり、太陽電池セル 1 0 0 の周縁部と対向する領域で小さくなる状態で基板 3 3 上に配設されている。これらの LED 素子 3 1 は、9 4 0 n m 程度の波長の赤外光を出射する。この赤外光の波長は、赤外光が太陽電池セル 1 0 0 を容易に透過可能となるように、太陽電池セル 1 0 0 の材質等に基づいて決定される。

【 0 0 3 0 】

可視光を出射する複数の LED 素子 3 2 は、例えば、6 4 0 n m 程度の波長の可視光を出射するものであり、基板 3 4 上に列設された状態で、赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 の外側において、太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域に列設されている。ここで、「太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域」とは、例えば、LED 素子 3 2 を太陽電池セル 1 0 0 の下方に配置した場合には、LED 素子 3 2 と太陽電池セル 1 0 0 の外周部の領域（太陽電池セル 1 0 0 のすぐ外側の領域）とが平面視において重複する状態を意味する。すなわち、「太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域」とは、基板 3 4 上に列設された複数の LED 素子 3 2 により形成される面領域が、太陽電池セル 1 0 0 のすぐ外側の面領域と対向している状態を意味する。

【 0 0 3 1 】

ハーフミラー 2 1 は、可視光を出射する複数の LED 素子 3 2 から太陽電池セル 1 0 0 の外周部に向けて出射された可視光の 5 0 % を反射する反射部材として機能するものである。なお、可視光を出射する複数の LED 素子 3 2 から太陽電池セル 1 0 0 の外周部に向けて出射された可視光の残りの 5 0 % は、ハーフミラー 2 1 をそのまま通過する。このハーフミラー 2 1 は、太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域に配設されている。ここで、「太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域」とは、LED 素子 3 2 の場合と同様、例えば、ハーフミラー 2 1 を太陽電池セル 1 0 0 の下方に配置した場合には、ハーフミラー 2 1 と太陽電池セル 1 0 0 の外周部の領域（太陽電池セル 1 0 0 のすぐ外側の領域）とが平面視において重複する状態を意味する。すなわち、「太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域」とは、ハーフミラー 2 1 により形成される面領域が、太陽電池セル 1 0 0 のすぐ外側の面領域と対向している状態を意味する。

【 0 0 3 2 】

合成部材 2 2 は、赤外光を出射する複数の LED 素子 3 1 から出射された赤外光を、太陽電池セル 1 0 0 の端縁方向に偏向した上で透過させる機能と、ハーフミラー 2 1 により反射された可視光を反射することにより、この可視光をシフトさせ、太陽電池セル 1 0 0

10

20

30

40

50

の周縁部に照射する機能とを備える。この合成部材 22 は、図 4 に示すように、赤外光の照射方向を太陽電池セル 100 の端縁方向に偏向するウエッジプリズム 24 上に、可視光を反射し赤外光を透過させるコールドミラー等と呼称される誘電体膜 23 を積層した構成を有する。この合成部材 22 は、太陽電池セル 100 と対向する領域に配設されている。ここで、「太陽電池セル 100 と対向する領域」とは、LED 素子 31 の場合と同様、例えば、合成部材 22 を太陽電池セル 100 の下方に配置した場合には、合成部材 22 と太陽電池セル 100 とが平面視において重複する状態を意味する。すなわち、「太陽電池セル 100 と対向する領域」とは、合成部材 22 により形成される面領域が、太陽電池セル 100 の面領域と対向している状態を意味する。

【0033】

図 6 は、太陽電池セルの検査装置 1 の主要な制御系を示すブロック図である。

【0034】

この太陽電池セルの検査装置 1 は、装置の制御に必要な動作プログラムが格納された ROM、制御時にデータ等が一時的にストアされる RAM および論理演算を実行する CPU を有し装置全体を制御する制御部 7 を備える。この制御部 7 は、上述した可視光源 11、LED 素子 31、LED 素子 32、CCD カメラ 15 および CCD カメラ 16 と接続されている。この制御部 7 は、可視光源 11、LED 素子 31 および LED 素子 32 の点灯を制御するとともに、CCD カメラ 15 および CCD カメラ 16 による画像の取り込みと測定とを制御する。

【0035】

以上のような構成を有する太陽電池セルの検査装置 1 において太陽電池セル 100 の検査を実行する場合においては、図示しない搬送機構により、図 1 に示すように、太陽電池セル 100 を検査位置に搬送する。この状態において、光照射部 13 による太陽電池セル 100 の下面全域への赤外光を照射しつつ、光照射部 13 による太陽電池セル 100 の下面周縁部への可視光の照射もしくは可視光照射部による太陽電池セル 100 の表面全域への可視光の照射を順次切り替えて実行する。

【0036】

この状態においては、図 1 に示すように、可視光源 11 から出射された可視光は、反射型拡散板 12 により反射され、太陽電池セル 100 の表面に照射される。この可視光は、太陽電池セル 100 の表面で反射された後、反射型拡散板 12 における矩形状の開口部 17 を通過し、ビームスプリッタ 14 においてさらに反射され、CCD カメラ 15 に入射する。そして、CCD カメラ 15 により測定された反射画像に基づいて、太陽電池セル 100 の表面状態の検査が実行される。

【0037】

また、図 3 および図 4 に示すように、赤外光を出射する複数の LED 素子 31 から出射された赤外光は、太陽電池セル 100 の中央部分付近においては、拡散板 26 を通過した後に、太陽電池セル 100 の裏面に照射される。また、赤外光を出射する複数の LED 素子 31 から出射された赤外光の一部は、拡散板 26 を通過した後に、合成部材 22 におけるウエッジプリズム 24 の作用により、太陽電池セル 100 の端縁方向にわずかに偏向され、合成部材 22 における誘電体膜 23 を通過した後、太陽電池セル 100 の裏面に照射される。これらの赤外光は、太陽電池セル 100 を透過した後、ビームスプリッタ 14 を通過して、CCD カメラ 16 に入射する。そして、CCD カメラ 16 により測定された透過画像に基づいて、太陽電池セル 100 のマイクロクラックの検査が実行される。

【0038】

なお、この時、上述したように、赤外光を出射する複数の LED 素子 31 は、これらの LED 素子 31 の配置間隔が、太陽電池セル 100 の中央付近と対向する領域で大きくなり、太陽電池セル 100 の周縁部と対向する領域で小さくなる状態で基板 33 上に配設されている。また、赤外光を出射する複数の LED 素子 31 から出射された赤外光の一部は、ウエッジプリズム 24 の作用により太陽電池セル 100 の端縁方向にわずかに偏向される。これらの構成を採用することにより、赤外光の照度が低下しがちな太陽電池セルの周

10

20

30

40

50

縁部に対する赤外光の照射量を増加させることができる。このため、太陽電池セル100の全領域に赤外光をより均一に照射することが可能となる。

【0039】

さらに、図3および図4に示すように、可視光を出射する複数のLED素子32から太陽電池セル100の外周部に向けて出射された可視光の50%は、ハーフミラー21をそのまま通過して、太陽電池セル100の裏面の外周部に照射される。また、可視光を出射する複数のLED素子32から太陽電池セル100の外周部に向けて出射された可視光の残りの50%はハーフミラー21において反射され、ハーフミラー21により反射された可視光は、誘電体膜23によりさらに反射されることによりシフトし、太陽電池セル100の裏面の周縁部に照射される。そして、太陽電池セル100の裏面の周縁部に照射され、太陽電池セル100に遮断されずに通過した可視光は、ビームスプリッタ14において反射され、CCDカメラ15に入射する。そして、CCDカメラ15により測定された通過画像に基づいて、太陽電池セル100の形状の検査が実行される。

10

【0040】

なお、CCDカメラ15は、可視光源11から出射され太陽電池セル100の表面で反射された反射画像と、可視光を出射する複数のLED素子32から出射され太陽電池セル100に遮断されずに通過した通過画像の両方を測定することになる。この場合においては、制御部7により、可視光源11と複数のLED素子32とを交互に点灯させるとともに、これらの可視光源11と複数のLED素子32の点灯と同期させてCCDカメラ15による画像の取り込みを制御することにより、反射画像のデータと通過画像のデータを識別して取得する構成となっている。

20

【0041】

以上のように、この発明に係る太陽電池セルの検査装置1においては、可視光をシフトさせる可視光シフト機構の作用により、太陽電池セル100と対向する領域に赤外光を出射する複数のLED素子31を配置し、その外側の領域に可視光を出射する複数のLED素子32を設置することが可能となる。このため、太陽電池セル100の全域に対して赤外線を均一に照射することができ、マイクロクラックの検査をより正確に実行することが可能となる。また、太陽電池セル100の全域に赤外線を均一に照射しながら、太陽電池セル100の周縁部に可視光を照射することが可能となることから、可視光を使用した形状の検査と赤外光を使用したマイクロクラックの検査を単一の装置により実行することができ、検査のために必要なコストと時間を小さなものとするのが可能となる。そして、さらに、太陽電池セル100の表面に可視光をも照射することにより、太陽電池セル100の表面状態の検査をも同時に実行することが可能となる。

30

【0042】

次に、この発明に係る太陽電池セルの検査装置1の他の実施形態について説明する。図7は、第2実施形態に係る太陽電池セルの検査装置1のミラー25および合成部材22と太陽電池セル100との配置関係を示す部分拡大図である。また、図8は、第2実施形態に係る太陽電池セルの検査装置1のミラー25および合成部材22と太陽電池セル100との配置関係を示す平面図である。

【0043】

この第2実施形態に係る太陽電池セルの検査装置1においては、第1実施形態に係るハーフミラー21に替えて、ミラー25を使用している。このミラー25は、可視光を出射する複数のLED素子32から太陽電池セル100の外周部に向けて出射された可視光を100%反射する反射部材として機能するものである。このミラー25は、太陽電池セル100の外周部と対向する領域に配設されている。一方、この第2実施形態においては、第1実施形態と同様の合成部材22が使用される。但し、この合成部材22は、その一部が太陽電池セル100と対向し、その残部が太陽電池セル100の外周部と対向する領域に配設されている。

40

【0044】

図7および図8に示すように、可視光を出射する複数のLED素子32から太陽電池セ

50

ル 1 0 0 の外周部に向けて出射された可視光は、ミラー 2 5 において反射され、誘電体膜 2 3 によりさらに反射されることによりシフトされ、太陽電池セル 1 0 0 の裏面の周縁部に照射される。そして、太陽電池セル 1 0 0 の裏面の周縁部に照射され、太陽電池セル 1 0 0 に遮断されずに通過した可視光は、ビームスプリッタ 1 4 において反射され、CCD カメラ 1 5 に入射する。そして、CCD カメラ 1 5 により測定された通過画像に基づいて、太陽電池セル 1 0 0 の形状の検査が実行される。

【 0 0 4 5 】

なお、上述した実施形態においては、太陽電池セル 1 0 0 と対向する領域には赤外光を出射する LED 素子 3 1 のみを配置し、太陽電池セル 1 0 0 の外周部と対向する領域には可視光を出射する LED 素子 3 2 のみを配置している。しかしながら、LED 素子 3 1 の一部のみを LED 素子 3 2 の領域に配置してもよく、LED 素子 3 2 の一部のみを LED 素子 3 1 の領域に配置してもよい。

10

【 0 0 4 6 】

また、拡散板 2 6 は、LED 素子 3 1 あるいは LED 素子 3 2 の光を透過しつつ拡散させ、均一に太陽電池セル 1 0 0 を照明する。LED 素子 3 1 および LED 素子 3 2 の素子数が十分に多く配設され、均一に照明できる場合は、拡散板 2 6 は省いてもよい。

【 符号の説明 】

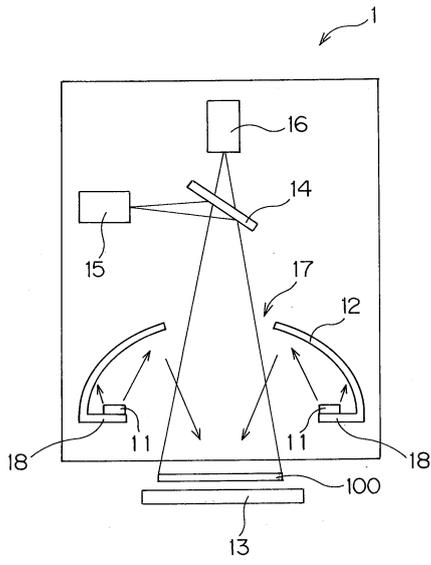
【 0 0 4 7 】

- 1 太陽電池セルの検査装置
- 7 制御部
- 1 1 可視光源
- 1 2 反射型拡散板
- 1 3 光照射部
- 1 4 ビームスプリッタ
- 1 5 CCD カメラ
- 1 6 CCD カメラ
- 1 7 開口部
- 1 8 支持部
- 2 1 ハーフミラー
- 2 2 合成部材
- 2 3 誘電体膜
- 2 4 ウエッジプリズム
- 2 5 ミラー
- 2 6 拡散板
- 3 1 LED 素子
- 3 2 LED 素子
- 1 0 0 太陽電池セル

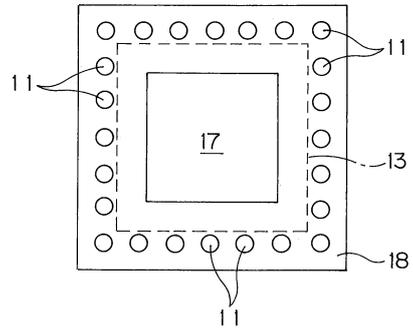
20

30

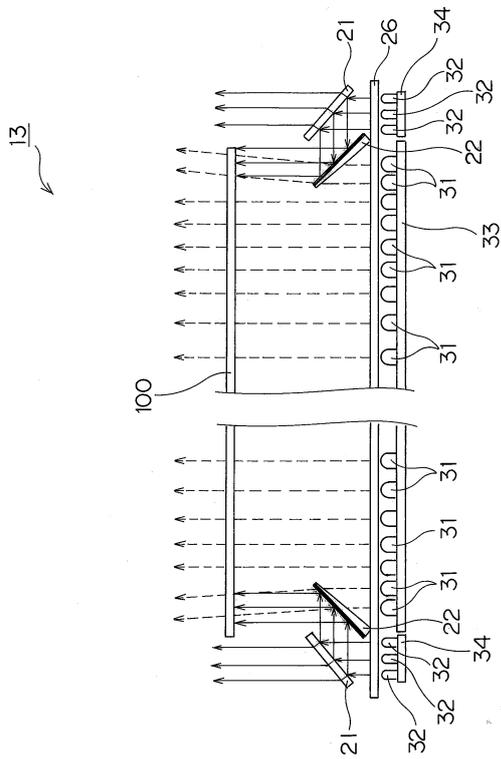
【図 1】



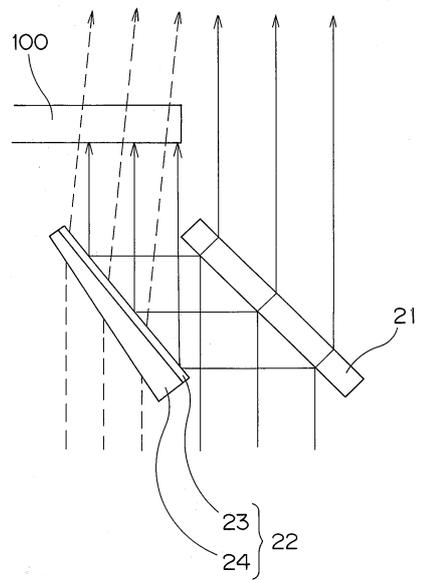
【図 2】



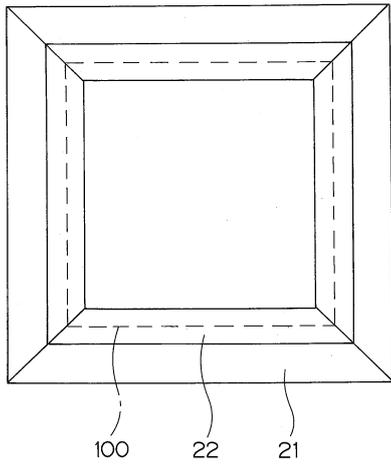
【図 3】



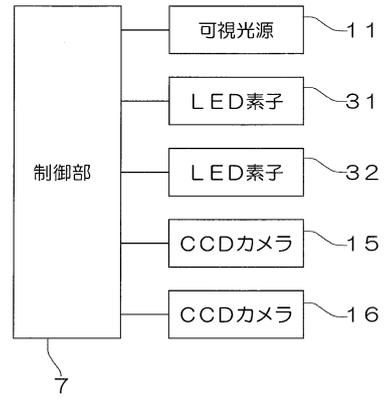
【図 4】



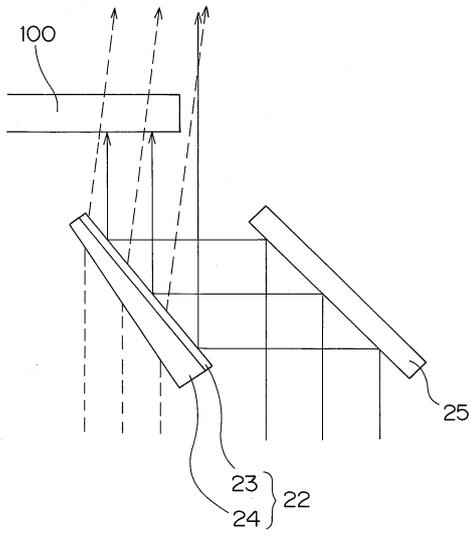
【図5】



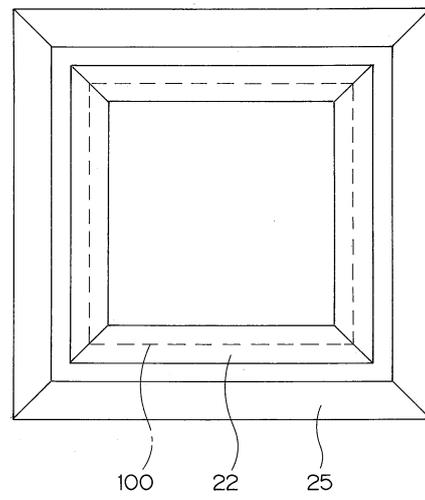
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

審査官 奥田 雄介

- (56)参考文献 特開2000-009591(JP,A)
特開2010-181249(JP,A)
特開2006-351669(JP,A)
特開2007-294604(JP,A)
特開2006-133052(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/956