(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2009 年7 月9 日 (09.07.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/084702 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/073895

(22) 国際出願日: 2008 年12 月19 日 (19.12.2008)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2007-339198
2007 年12 月28 日 (28.12.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日清紡績株式会社 (Nisshinbo Industries, Inc.) [JP/JP]; 〒1038650 東京都中央区日本橋人形町２－３１－１１ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笠原 昌人 (KASAHARA, Masato) [JP/JP]; 〒4448560 愛知県岡崎市美合町字小豆坂３０番地 日清紡績株式会社美合工機事業所内 Aichi (JP). 渋谷 俊緒 (SHIBUYA, Toshio) [JP/JP]; 〒4448560 愛知県岡崎市美合町字小豆坂３０番地 日清紡績株式会社美合工機事業所内 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

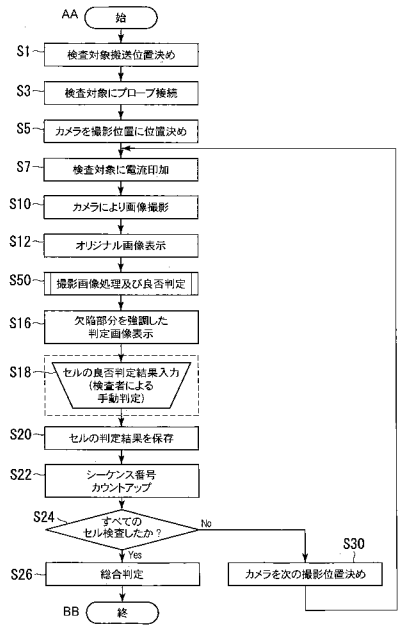
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

[続葉有]

(54) **Title:** SOLAR BATTERY INSPECTING APPARATUS AND METHOD FOR JUDGING SOLAR BATTERY DEFECT

(54) **発明の名称:** 太陽電池検査装置及び太陽電池欠陥判定方法

図３



AA START
S1 POSITION INSPECTION OBJECT FOR TRANSFER
S3 CONNECT PROBE TO INSPECTION OBJECT
S5 POSITION CAMERA AT PHOTOGRAPHING POSITION
S7 APPLY CURRENT TO INSPECTION OBJECT
S10 PHOTOGRAPH IMAGE BY CAMERA
S12 DISPLAY ORIGINAL IMAGE
S50 PROCESS PHOTOGRAPHED IMAGE AND JUDGE CONFORMITY
S16 DISPLAY JUDGING IMAGE WHEREIN DEFECTIVE SECTION IS EMPHASIZED
S18 INPUT CELL CONFORMITY JUDGMENT RESULT (MANUAL JUDGMENT BY INSPECTOR)
S20 STORE CELL JUDGMENT RESULT
S22 COUNT UP SEQUENCE NUMBER
S24 ALL CELLS INSPECTED?
S26 FINAL JUDGMENT
S30 POSITION CAMERA FOR SUBSEQUENT PHOTOGRAPHING
BB END

(57) **Abstract:** Provided is a solar battery inspecting apparatus which inspects and judges conformity of a solar battery based on light emitting state by making the solar battery emit EL light and also judges conformity of a solar battery having a possibility to be a failure in the future. A defect judging method is also provided. A solar battery cell is supplied with a constant current to make the cell emit EL light (S7), light emitted from the cell is photographed by each cell (S10), a photographed cell image is emphatically processed to analyze the shape of a dark section (S50), and conformity of the cell is judged. An emphasized image wherein a defective section judged as having a trouble is emphasized is visibly displayed (S16).

[続葉有]

WO 2009/084702 A1

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 太陽電池をＥＬ発光させ、発光状態から太陽電池の良否を検査判定可能とすると共に、将来不良となる可能性のあるものも良否判定可能な太陽電池検査装置及び欠陥判定方法を提供する。太陽電池セルに一定電流を供給してＥＬ発光させ（Ｓ７）、セル毎にセルよりの発光光を撮影し（Ｓ１０）、撮影したセル画像を強調処理して暗部の形状を解析して（Ｓ５０）セルの良否判断を行う。また問題があると判定した欠陥部分を強調した強調画像を視認可能に表示（Ｓ１６）する。

明　細　書

太陽電池検査装置及び太陽電池欠陥判定方法

技術分野

本発明は太陽電池セル（太陽電池セルを一列に接続したストリング、ストリングを平行に複数配置した太陽電池パネルなどを含む）を検査する太陽電池検査装置及び太陽電池欠陥判定方法に関するものである。

背景技術

太陽エネルギーの利用方法として、シリコン型の太陽電池が知られている。太陽電池の製造においては、太陽電池が目的の発電能力を有しているかどうかの性能評価が重要である。一般的な性能評価方法として、出力特性の測定を行っていた。

出力特性の測定は、光照射下において、太陽電池の電流電圧特性を測定する光電変換特性として行われる。光源としては、太陽光が望ましいのであるが、天候により強度が変化することから、ソーラーシミュレーターが使用されている。ソーラーシミュレーターでは、太陽光に代えてキセノンランプやメタルハライドランプ等を使用している。そして、これらの光源を長時間点灯していると、温度上昇などにより光量が変化する。そこで、これらのランプのフラッシュ光を用い、横軸を電圧、縦軸を電流として、収集したデータをプロットすることにより太陽電池の出力特性曲線を得て、出力特性が一定値以上であったときに良品としていた（例えば、特許文献１参照）。

上記したソーラーシミュレーターと異なる方法として、特許文献２の方法があった。この方法では、シリコンの多結晶型の太陽電池素子に対して順方向に電圧を印加することで、順方向に電流を流しエレクトロルミネッセンス（ＥＬ）作用を生じさせ、発光状態から太陽電池素子の良否を判定する方法を提案している。太陽電池素子から発光されるＥＬ光を観察することによって、電流密度分布が分かり、電流密度分布の不均一から太陽電池素子の発光していない部分を欠陥部分と判断し、この欠陥部分の面積が予め決められた量より少なければ、所定の発電能力を有するものと判断していた。

［特許文献１］特開２００７－８８４１９

［特許文献２］WO／２００６／０５９６１５

発明の開示

発明が解決しようとする課題

しかしながら、特許文献２の方法では、欠陥部分の面積が予め決められた量より多いか少ないかで太陽電池のパネルの良否を判断しているに過ぎないため、現時点で使用に耐え

れるか否かが判定できるのみであり、太陽電池パネルの状況がどのようなものか、詳細に知ることができず、ましてや長期使用した場合に不具合が発生する可能性があるか否かは考慮していなかった。

太陽電池は、野外で使用するものであるため、使用環境は厳しいものがある。このため、使用による劣化が避けられない面があり、製造時には良品であっても、使用していた結果発電効率が下がることもあった。従来はこのような事態を考慮していなかった。

本発明は、かかる実情に鑑みてなされたもので、太陽電池に一定電流を流してＥＬ発光させ、発光状態から太陽電池の良否を検査判定可能とすると共に、将来不良となる可能性のあるクラック（マイクロクラックを含む）も良否判定可能な太陽電池検査装置及び太陽電池欠陥判定方法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

上記の目的を達成するために本発明に係る一実施の形態例は、例えば以下の構成を備える。

１．太陽電池内の太陽電池セルの良否を判定可能な太陽電池検査装置であって、遮光空間で検査対象太陽電池に一定電流を供給する電源供給手段と前記電源供給手段により電源が供給された前記検査対象太陽電池セル毎にセルよりの発光光を撮影する撮影手段と、前記撮影手段で撮影したセル撮影画像を解析する解析手段と、前記解析手段の解析結果を可視表示する表示手段とを備え、前記解析手段は、前記撮影手段で撮影したセル撮影画像を強調処理することによりセル撮影画像の暗部の形状を解析してセルの良否判断を可能とすることを特徴とする。

２．前記の太陽電池検査装置の前記表示手段に前記解析手段が問題があると判定した暗部を強調して表示することもできる。

３．前記撮影手段は、複数の太陽電池セルを連続して撮影し、前記解析手段は、前記撮影手段の撮影した隣接するセル間隔に対する良否判定を行うこともできる。

４．前記解析手段は、マイクロクラックの検出判定を行うことで将来不良に発展するおそれのある太陽電池セルの状態を判定することもできる。

５．前記解析手段は、セル撮影画像の暗部の形状に加えて暗部の方向及び位置も解析してセルの状態判断をすることもできる。

６．前記表示手段は、前記解析手段が問題があると判定した暗部を強調して表示したセル画像と、前記撮影手段で撮影したセル撮影画像とを同時に視認可能に表示することもできる。

７．太陽電池セルの良否を判定可能な前記太陽電池検査装置における太陽電池欠陥判定方法であって、遮光空間で検査対象太陽電池セルに一定電流を供給し、電源が供給されたことによる前記検査対象太陽電池セル毎にセルよりの発光光を撮影し、前記撮影したセル撮

影画像を強調処理することによりセル撮影画像の暗部の形状を解析してセルの良否判断を行う太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

８．前記解析結果において問題があると判定した暗部を強調して表示する太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

９．前記太陽電池セルの撮影は、複数の太陽電池セルを連続して撮影し、セル撮影画像の暗部の判定は隣接するセル間隔に対しても行い、隣接するセルの配設状況の良否判定も行う太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

１０．前記撮影画像の解析において、マイクロクラックの検出判定を行うことで将来不良に発展するおそれのある太陽電池セルの状態を判定可能とする太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

１１．前記撮影画像の解析において、セル撮影画像の暗部の形状に加えて暗部の方向及び位置も解析してセルの状態判断を行なうことを可能とする太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

１２．前記問題があると判定した暗部を強調して表示したセル画像と、撮影したセル撮影画像とを同時に視認可能に表示可能とする太陽電池欠陥判定方法を採用することができる。

発明の効果

本発明の太陽電池検査装置および太陽電池欠陥判定方法によれば、撮影したセル画像において問題があると判定した暗部を強調して表示部に表示するので、検査者が表示部を目視確認可能にて簡単且つ確実に太陽電池を判定することが可能となる。

また本発明の太陽電池検査装置および太陽電池欠陥判定方法では、太陽電池の現在の不良箇所のみならず、将来不良箇所になるおそれのある箇所を簡単且つ確実に判定することが可能になる。これにより太陽電池を長期使用する場合の品質や耐久性が更に向上することになる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明に係る一発明の実施の形態例の概略構成を説明するためのブロック図である。

図２は、本実施の形態例のカメラ位置決め機構の詳細構造を示す図である。

図３は、本実施の形態例の太陽電池検査制御を説明するためのフローチャートである。

図４は、図３の撮影画像処理Ｓ５０の詳細を説明するためのフローチャートである。

図５は、本実施の形態例の太陽電池セルの検査結果の表示例を示す図である。

図６は、検査対象の太陽電池のセル・ストリング・マトリックスの説明図である。

図７は、検査対象の太陽電池パネルの構成の説明図である。

図８は、本実施の形態例の検査装置にて測定する太陽電池セルの説明図である。

図９は、検査対象の太陽電池パネル内のセルの欠陥の形態の説明図である。

図１０は、検査対象の太陽電池パネル内のセルの欠陥の形態の説明図である。
図１１は、検査対象の太陽電池パネル内のセルの欠陥の形態の説明図である。
図１２は、多結晶シリコンセルの撮影画像の例である。
図１３は、セル撮影画像から暗部をクラックと判断する方法の説明図である。

符号の説明

１０　制御部
２０　メモリ
３０　基準データファイル
４０　入出力制御部
５０　カメラ制御部
７０　測定電流制御部
７５　プローブ
８０　位置決め機構制御部
９００　外部記憶装置
１００　太陽電池パネル（検査対象）
５００　カメラ
８００　カメラ位置決め機構
８１０　暗室
８１１　検査装置の上面
８１２　透明板
８３０　ｙ軸ガイド部
８４０　ｘ軸ガイド部
８３２，８４２　駆動機構のモータ
８１４　ガイド部材

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る一発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図１は、本発明に係る一発明の実施の形態例の太陽電池検査装置の概略構成を説明するためのブロック図、図２は本実施の形態例の装置におけるカメラとカメラ駆動装置の構成を示す図で、（ａ）は平面図、（ｂ）は正面図、（ｃ）は右側面図である。図３は本実施の形態例の太陽電池検査方法を説明するためのフローチャート、図４は本実施の撮影画像処理及び良否判定の工程を詳細説明するためのフロチャート、図５は本実施の形態例の検査結果の表示例を示す図で、（ａ）は撮影(元)画像、（ｂ）は強調処理した撮影画像である。図６は、検査対象である太陽電池の内部の太陽電池セル・ストリング・マトリックスが分かるように記載した平面図、図７は太陽電池の構造を示す断面図である。図８は、本実施の形態例の検査

装置にて測定する太陽電池セルの構成の説明図である。図９・図１０・図１１は、検査対象である太陽電池内のセルの欠陥の状態の説明図である。図１２は、多結晶シリコンセルのＥＬ撮影画像の例である。図１３は、セル撮影画像から暗部をクラックと判断する方法の説明図である。

＜１＞検査対象（太陽電池セル、太陽電池パネル）

まず本実施の形態例の検査装置が扱う検査対象１００の例について説明する。

図６の平面図に示す様に、検査対象１００である太陽電池パネルは角型の太陽電池セル２８がリード線２９により複数個直列に接続されたストリング２５を形成し、さらにそのストリングを複数列リード線により接続した構成となっている。

検査対象である太陽電池としては、太陽電池セル２８を１枚でもよく、太陽電池セルを複数枚直線的につないだストリング２５の状態でもよく、ストリングを平行に複数列並べ、太陽電池セルがマトリックス状に配置された太陽電池パネル３０でもよい。

また検査対象１００の太陽電池パネルの断面構造は、図７に示す様に、上側に配置された裏面材２２と下側に配置された透明カバーガラス２１の間に、充填材２３、２４を介して複数列のストリング２５をサンドイッチした構成を有する。

裏面材２２は例えばポリエチレン樹脂などの材料が使用される。充填材２３，２４には例えばＥＶＡ樹脂（ポリエチレンビニルアセテート樹脂）などが使用される。ストリング２５は、上記のように電極２６，２７の間に、太陽電池セル２８をリード線２９を介して接続した構成である。

このような太陽電池パネルは、上記のように構成部材を積層しラミネート装置などにより、真空の加熱状態下で圧力を加え、ＥＶＡを架橋反応させてラミネート加工して得られる。

さらに、角型の太陽電池セル２８の例について説明する。図８は、太陽電池セルを受光面から見た平面図である。セルは薄板状のシリコン半導体の表面に電気を取り出すための電極であるバスバーが印刷されている。加えてシリコン半導体の表面には効率よく電流をバスバーに集めるためにバスバーと垂直方向にフィンガーと呼ばれる細い導体が印刷されている。

また検査対象１００としては、一般に薄膜式と呼ばれる太陽電池を対象とすることができる。

この薄膜式の代表的な構造例では、図７において下側に配置された透明なカバーガラスには、予め透明電極、半導体、裏面電極からなる発電素子が蒸着してある。

このような薄膜型太陽電池パネルは、ガラスを下向きに配置し、ガラス上の太陽電池素子の上に充填材を被せ、更に、充填材の上に裏面材を被せた構造で、同じようにラミネート加工することにより得られる。

このように検査対象１００としての薄膜式の太陽電池パネルは、結晶系セルが蒸着された発電素子に変わるだけで、基本的な封止構造は前記した結晶系セルの場合と同じである。

＜２＞太陽電池セルの欠陥

太陽電池セルの欠陥は、その発生原因によってその形状に特徴を有している。図９はフィンガーが断線した場合の暗部の特徴を示している。フィンガー断線の場合はこのようにフィンガーの方向に沿って長方形の暗部が現れる。

図１０はその発生原因によるクラック状の暗部の特徴を示している。バスバーの近辺の領域Mおよび領域Nには、バスバーにリード線をハンダ付けする際に生じる熱変形によって発生するクラックが存在する。このクラックは比較的寸法が小さい傾向がある。

それに対してラミネート加工による圧縮や輸送中、およびモジュール製作工程中のハンドリングによる荷重や衝撃力に起因するクラックはバスバーの近辺には限らず領域Ｌにも発生する。このクラックは前述のハンダ付けによるクラックより寸法が大きくなる傾向がある。またこれらのクラックは半導体が硬くもろい物性を有しているため、折れ曲がった部分を持っているが、比較的単純な形状になる傾向がある。

図１１は面積を持った暗部の特徴を示している。クラックによる半導体自身の乖離具合によって暗部の出方が変わってくる。同図のＣ１部のようにクラックによって半導体が完全に分離されてしまうと、バスバーと反対側に面積を持った暗部が現れる。また、同図のＣ２部のように半導体の一部が完全に脱落してしまうと、脱落した部分は発光しないので、その部分が面積を持った暗部となる。また同図のＣ３部のように完全に脱落しなくても半導体自身が分離していると、そのクラックから半導体の端までの部分が面積を持った暗部となる。これらの面積を持った暗部は暗部の内面の暗さの程度が比較的安定した傾向があり、明るい部分と暗い部分が複雑に混在することは少ない。

撮影画像には欠陥以外でも暗部が写ることがある。図１２は多結晶シリコンセルの撮影画像の例である。この画像でセルの全面に分布している複雑な形状をした模様状の暗部は、欠陥ではなく結晶の境界にできる暗部である。セルの良否判定を行う場合、これらの実際には欠陥ではない暗部と欠陥による暗部を判別する必要がある。そのためには後述する各種の画像処理や良否判定基準の工夫が必要になる。

＜３＞本発明の太陽電池検査装置の構成

図１の本発明に係る一発明の実施の形態例の太陽電池検査装置の概略構成を示すブロック図において、１０は本実施の形態例の全体制御を司ると共に、本実施の形態例の太陽電池良否判定処理を実行する制御部であり、パーソナルコンピュータシステムで構成できる。２０は制御部１０で実行するプログラムや各種処理データを記憶するメモリ、３０は検査対象の太陽電池パネルの良否判定の基準データが登録されている基準データファイルである。

基準データファイル３０には、検査対象の種類（セル/ストリング/マトリックス：図６参照）毎の設定値が登録されている。登録される設定値は以下のとおりである。

（１）太陽電池セルに対する発光条件、

（２）セル間隔（カメラの移動ピッチ）、

（３）ストリング/マトリックスの場合のセル数（縦、横）、
（４）セル寸法情報（バスバー位置、角の面取り、フィンガーの配置、ディップ位置など）の設定情報

セルの寸法情報設定は、基本パターンの穴埋め方式と図形情報から設定する方式の両方法が設定可能であり、図形情報から設定する場合には図形情報としてＤＸＦ形式、ＢＭＰ形式ファイルに対応しており、穴埋め方式の場合には例えばバスバーの本数が１本の場合、２本の場合、３本の場合など、複数のパターンを選択可能である。

（５）画像処理条件
（６）撮影条件

４０は各種の指示入力や良否判定結果を入力するキーボード４００などの入出力装置を制御する入出力制御部、５０は検査対象である太陽電池パネル１００よりの画像を撮影する太陽電池撮影カメラ５００を制御するカメラ制御部、６０は、撮影した画像を表示する表示部６００を制御する表示制御部、７０は検査対象である太陽電池パネル１００にプローブ７５を介して一定電流（所定の順方向電流）を印加する測定電流制御部、７５は太陽電池パネルに電流を供給するプローブ、８０はカメラ５００を撮影位置に搬送位置決めするカメラ位置決め機構８００を制御する位置決め機構制御部である。カメラ位置決め機構８００を含むカメラ撮影部の詳細を図２に示す。

本実施の形態例装置では、測定電流制御部７０から、プローブ７５を介して太陽電池パネル１００に順方向に所定電流を供給することにより、太陽電池パネル１００をＥＬ（エレクトロルミネッセンス）光源として作用させ、太陽電池撮影カメラ５００でこの発光状態を撮影する。撮影は、太陽電池パネルの各セル毎に順次撮影していくことになるため、カメラ位置決め機構８００でカメラ位置をセル毎に移動させる。

カメラ５００で撮影するＥＬ発光による発光光量は、１，０００ｎｍから１，３００ｎｍの波長の微弱な光であり、暗室内で発光させて微弱な光を撮影している。このため、カメラ５００としては微量感度の良いカメラを用いる必要がある。本実施の形態例では、浜松ホトニクス製の型式Ｃ９２９９—０２（Ｓｉ－ＣＣＤカメラ）を用いている。

次に図２を参照して本実施の形態例のカメラ５００とカメラ駆動機構８００の構成・制御を説明する。図２は、カメラ位置決め機構８００を含むカメラ撮影部５００（図面では太陽電池撮影カメラ）の詳細を示す。

カメラ駆動機構８００は、四角の箱形の暗室８１０の平らな上面８１１に、アクリル樹脂などの合成樹脂製又はガラス製の透明板８１２が取り付けられている。透明板８１２以外は、暗室８１０に光を入れないような遮光性の素材からなる構成にしている。透明板８１２と検査対象１００との隙間は適宜遮光材で覆う必要がある。もっとも、上面８１１に検査対象１００として太陽電池を載せた後、検査対象１００を含む上面８１１の全体を、遮光手段で覆うことにすれば、上面８１１全体を透明板にしてもよい。上面以外の４つの

側面と底面は全て遮光性の部材としている。上面８１１には、検査対象１００の搬送をガイドする一対のガイド部材８１４が設けられている。

暗室８１０内には、カメラ５００と、このカメラ５００をｙ軸方向に移動するｙ軸ガイド部８３０がある。ｙ軸ガイド部８３０の一端には、モータ８３２があり、これが回転することで、カメラ５００をｙ軸方向に進退させることができる。

ｙ軸ガイド部８３０の両端は、ｘ軸ガイド部８４０、８４０に支持されている。そして、モータ８４２と両側のタイミングベルト８４４、８４４とによって、ｙ軸ガイド部８３０は、ｘ軸ガイド部８４０、８４０上を、ｘ軸方向に沿って進退可能となっている。

以上の構成において、ｘ軸ガイド部８４０、８４０、ｙ軸ガイド部８３０、モータ８３２、８４２、タイミングベルト８４４、８４４とで、カメラ５００の駆動機構を構成している。本実施例では、ｘ軸ガイド部８４０、８４０及びｙ軸ガイド部８３０をモータおよびボールネジにて駆動している。駆動方式は、上記の実施例に限定されることなく、各種のリニアアクチュエータを使用することができる。

駆動機構のモータ８３２，８４２を回転制御することで、カメラ５００を、ｘ－ｙ平面内の任意の位置に移動し、検査対象１００の隅から隅までの全面を撮影することが可能となっている。

検査対象の太陽電池としては、太陽電池セル１枚でもよく、図６の様に太陽電池セルを複数枚直線的につないだストリングの状態でもよく、ストリングを平行に複数本並べ、太陽電池セルがマトリックス状に配置された太陽電池パネルでもよい。カメラ５００による撮影も、太陽電池セル１枚ごとでもよいし、数枚ずつでもよく、太陽電池パネル全体としてもよい。

検査対象である太陽電池パネル１００は、太陽電池セルを一列に配置して電気的に接続したストリングを複数本平行に並べ、太陽電池セルが縦横にマトリックス状に配置したものである。そして図７に示す様に、一番下側に透明なガラス板が配置され、次に充填材としてのＥＶＡ（エチレンビニルアセテート）、次に太陽電池セル、さらにＥＶＡが積層され、上側に樹脂製のバックシートが配置されている。これらをラミネート装置において、真空の加熱状態下で圧力を加え、ＥＶＡを架橋反応させて積層してラミネート構造としている。ラミネート装置から搬出された太陽電池パネルは、次に、コンベアなどで本発明の太陽電池の検査装置に搬送される。搬送されてきた太陽電池パネルは、ガイド部材８１４、８１４の間にガイドされて暗室８１０の上に達する。

図２に示すように暗室８１０の上に達した太陽電池パネル１００は、透明なガラス板を下に向けて暗室８１０の透明板８１２の上で停止し、プローブ７５を接続し測定電流制御部７０と接続する。検査対象１００の方が透明板８１２より小さいので、周囲から暗室内に光が入るから、検査対象１００の上から暗室８１０の上面全体を図示しない遮光手段で覆う。または透明板８１２と測定対象１００との隙間は適宜遮光材で覆う必要がある。

遮光手段であるが、上記では、暗室８１０の上面全部を覆うものとして説明したが、太陽電池パネルの場合、裏側の樹脂製のバックシートは、不透明であり、遮光性が十分である。また、暗室８１０の上面８１１も、透明板８１２以外を遮光性の部材で構成されている。したがって、検査対象１００が透明板８１２より大きくて、透明板８１２の全体が検査対象１００で覆われる場合には、遮光シートは不要である。

しかし、検査対象１００の方が透明板より小さければ、隙間から光が暗室８１０内に入るので、遮光手段で覆う必要がある。覆う範囲は、最低で、透明板８１２と測定対象１００との間に額縁状にできる隙間だけである。したがって、遮光手段は、最低で、この隙間を覆う大きさがあればよいことになる。

検査対象１００に測定電流制御部７０から順方向の電流を流す。検査対象１００がＥＬ発光するので、カメラ５００で撮影する。

駆動機構のモータ８３２、８４２の回転制御によって、カメラ５００は、太陽電池パネルにマトリックス状に配置されている太陽電池セルを１枚ずつ撮影し、図示しないパソコンなどからなる画像処理装置に画像データを送る。画像処理装置は、各太陽電池セルの画像から発光しない部分（暗部またはカゲ）を取り出して分析し、太陽電池セルごとの良否を判断し、全ての太陽電池セルについての良否の結果から、太陽電池パネル全体としての良否を判断する。

本実施の形態例では、太陽電池を特別の暗室内で検査するのではなく、図２のように簡単な機構の装置に載置すればよい。また本実施の形態例では、図２に示す機構とコンピュータシステムを備えるのみで足りるため、以下のような長所がある。

太陽電池パネルのラミネート加工など、通常の加工工程では、太陽電池パネルのガラス面を下にして搬送している。この検査装置は、暗室の上面８１１に太陽電池の受光面を下側にして載置することができるので反転する動作が不要となる。したがって太陽電池パネルなどの製造工程中に容易に配置することができる。

＜４＞太陽電池パネルの検査フロー

以上の構成を備える本実施の形態例の検査装置による太陽電池パネルの欠陥検査の方法を図３のフローチャートを参照して以下に説明する。

先ずステップＳ１において、図２に示す暗室８１０の上面８１１に検査対象１００として太陽電池パネルを位置決め載置する。続くステップＳ３において、載置した検査対象の太陽電池パネルの端子部にプローブ７５を接続して測定電流制御部７０より電流を印加できるようにする。

つぎのステップＳ５において、制御部１０は位置決め機構制御部８０を制御してカメラ５００を最初の太陽電池パネル撮影位置に位置決めする。ステップＳ７において、測定電流制御部７０を制御して検査対象である太陽電池パネル１００に所定の順方向電流を印加してＥＬ発光させる。発光条件（通電電流値、通電時間など）は検査対象ごとに予め設定し、基準データファイル３０に登録しておく。また、この発光条件は、本実施の形態例で

は、一つの撮影条件に３セット設定可能に構成されている。これは、セルの特性によっては、単一の条件ではＥＬ発光過多や発光不足が発生する可能性があるからである。

この様に複数の発光条件を設定しておくことにより、撮影画像処理実行時に、撮影結果が不十分と判断した場合にはその状況により発光条件を変更して再度ステップＳ７の処理から再実行することができるようにしている。以下の説明では、再試行についての説明を省略している。

そしてステップＳ１０において、制御部１０はカメラ制御部５０を制御してカメラ５００でＥＬ発光している太陽電池パネルセルを撮影し、撮影画像を取り込み、例えばメモリ２０と外部記憶装置９００の所定領域に書き込む。

続くステップＳ１２で表示制御部６０を制御して先に撮影したオリジナル画像をメモリ２０から読み出して表示部６００に表示する。制御部１０は、ステップＳ５０に示す撮影画像に対する画像処理を行い、撮影画像情報の解析処理を行う。ステップＳ５０における欠陥の判断方法などの詳細は＜５＞にて後述する。そしてステップＳ１６において、ステップＳ５０の画像処理結果に従って欠陥部分を強調した画像を表示制御部６０を介して表示部６００に表示する。画像の強調処理の方法は＜８＞にて後述する。

なおステップＳ１８は、強調表示した画像を使用した検査者による手動判定の工程であり詳細は＜７＞にて後述する。

制御部はステップＳ２０でセルの判定結果を例えば外部記憶装置９００に保存する。

次にステップＳ２２において、検査対象の太陽電池パネルのセル毎に割り当てたシーケンス番号を一つカウントアップ（歩進）する。そして続くステップＳ２４において、カウントアップしたシーケンス番号を調べ、検査対象の太陽電池パネルのすべてのセルに対する撮影及び判定処理が修了したか否かを調べる。すべてのセルに対する処理を終了していない場合にはステップＳ３０に進み、位置決め機構制御部８０に指示を出してカメラ位置決め機構８００を制御してカメラ５００を次のセル撮影位置に移動位置決めする。そしてステップＳ７に進み、次のセルに対する撮影処理及び判定処理を行う。

一方、ステップＳ２４ですべてのセルに対する判定処理が終了している場合にはステップＳ２６に進み以下の様に総合判定を行う。その後各セル同士の間隔などを確認して太陽電池パネル全体として良品とできるか否かを総合的に判定し判定結果をたとえば外部記憶装置９００の所定領域に書き込む。そして１枚の太陽電池パネルに対する総合判定処理を終了する。

＜５＞Ｓ５０撮影画像処理の詳細説明

次に図４を参照して図３のステップＳ５０に示す撮影画像処理の詳細を説明する。

画像処理は、まず撮影したセル画像に対して光量が少ない領域を抽出する。次に、抽出した光量の少ない領域又は形状を図９・図１０・図１１の太陽電池セルの欠陥のパターンに基づき画像処理する。画像処理条件は基準データファイル３０に登録されており、以下の処理を順次行うことになる。

先ずステップＳ５２において、スケーリング処理を実行する。セルの特性によって全体的な発光量には違いがある。スケーリング処理は、もっとも明るい部分をある明度に正規化して、より一定の条件で比較検討できるように画像全体の明るさを調整する処理である。

次にステップＳ５４でセル領域抽出処理を実行する。この処理は、太陽電池セルの外周形状を、予め基準データファイル３０に設定し登録していたセルの寸法情報と照合して自動計算する処理である。セルの位置や角度がたとえずれていても正確にセルの外周形状を求めることができる。

次のステップＳ５６において、バスバー除外処理を行って撮影画像からバスバー領域を除外してセルの良否判定を行えるような画像処理を行う。太陽電池セルにはバスバーが設けられており、基準データファイル３０に予め設定しておいたセルの寸法情報と照合して自動計算してバスバー領域を求め、セルの良否判定のための領域から除外する。なお、セルの位置や角度がずれていても正確にバスバー領域を求めることができる。

続いてステップＳ５８において、シェーディング補正処理を行う。カメラ５００に装着するレンズの特性により、どうしても中心が明るく端に行くほど暗くなる。このため、この処理でカメラのレンズ特性による明度の変化を補正する。

次にステップＳ６０において、欠け検出処理を行う。欠け検出処理は、セル周辺部で暗く見える面積をもった暗部のうちある面積以上のものを欠けとして抽出する処理である。なお、影であるか否かは周辺との明度の低下割合を閾値にして判定を行う。これは以後の各処理においても同様である。

欠陥が原因の欠けによる暗部は、図１１のように周辺の明るい部分に比べて比較的安定して暗くなる傾向がある。それに対して図１２のように欠陥以外が原因の暗部は、暗い部分と明るい部分が複雑に混在している。

このような複雑に明るい部分と暗い部分が混在する画像に対して明度の分布を平均化する処理を施すと、明るい部分と暗い部分の差が縮まり境界がなくなってしまう。それに対して欠陥が原因の欠けでは、同様の平均化処理を行っても明るい部分と暗い部分の境界が残る。この境界を検出すれば容易に欠け部分を抽出することができる。

判定結果を強調して表示するための強調画像を生成する場合には、欠けと判定した暗部には、判定結果に対応した色を付けて表示する、等の上述したステップＳ１６に示す表示を可能とする画像強調処理を施す。

続いてステップＳ６２でフィンガー断線検出処理を行う。この処理は、セル内部で暗く見える面積をもった影状に見える部分のうちある面積以上のものをフィンガー断線として検出する処理である。この処理でも欠け検出で行ったのと同様の明度の平均化処理を行い、安定した暗部を抽出している。さらにフィンガー断線の暗部は図９のようにフィンガーの方向に沿って長方形の形状を示す特徴がある。そこで予め基準データファイル３０に設定されているフィンガーの方向と合致して且つ形状が長方形に近似した暗部をフィンガー断線と判定するようにする。

判定結果を強調して表示するための強調画像を生成する場合には、フィンガー断線と判定した暗部には、判定結果に対応した色を付けて表示する、等の上述したステップＳ１６に示す表示を可能とする画像強調処理を施す。

次にステップＳ６４において、クラック検出処理を行う。ここでは、フィンガー断線以外で暗く見える線状の暗部のうちある長さ以上のものをクラックとして検出する処理である。クラックの暗部は、図１０のように一部折れ曲がった部分を有するが、比較的単純な形状をしている。以下に図１３によりクラックを判断する方法について説明する。

クラックの暗部は以下のように比較的単純な線分の集合になっている。クラック検出の処理では、クラックによる暗部（イ）（ロ）（ハ）を１つのクラックとして認識し、それぞれの長さを合算してそのクラックの長さとしている。クラックによる暗部だけの場合は、単に各暗部のつなぎ目（接合点）でつながって（接合して）いるかを見るだけで各暗部が一つの暗部の一部であるか否かの判定をすることができる。

「＜２＞太陽電池セルの欠陥」で述べた通り撮影画像にはクラックによる暗部以外の暗部が存在する可能性がある。それがクラックによる暗部の結合点と重なった場合、線の接合を見ただけでは正確にクラック全体を把握することができない。

クラックによる暗部は図１３のように比較的単純な形状（接合点が鈍角に折れ曲がっている）をしているので、各線分同士の方向は近いと考えられる。それに対してクラック以外の暗部はランダムな方向になっているので、クラックの方向と一致する確率が低い。

暗部の接合点でつながっている次の暗部を判定する場合、上述のようにそれまでの暗部の方向と近いものを優先して次の暗部であると判定すれば、容易にクラックの全体を把握できることになる。

判定結果を強調して表示するための強調画像を生成する場合には、クラックと判定した暗部には、判定結果に対応した色を付けて表示する等の上述したステップＳ１６に示す表示を可能とする画像強調処理を施す。

そしてステップＳ６６で各検出処理で抽出した「欠け」「フィンガー断線」「クラック」のそれぞれの大きさ（面積、長さ）、個数を予め定めた閾値と比較し、セルの良否を判定する。そして続くステップＳ６８で判定結果を出力する。

「＜２＞太陽電池セルの欠陥」で述べた通り撮影画像にはクラックによる暗部以外の暗部が存在する可能性がある。クラックであるとする判定基準（クラックと認識するクラックの長さのしきい値）を下げると、クラック以外の暗部もクラックと誤認してしまう可能性があります。そこで以下のような判定基準によりクラックと判定する。

ステップＳ６６の総合判定処理における判定基準としては、セルの領域特性に応じた３種の基準を用意している。図１０のように太陽電池セルをバスバー近辺の領域（領域M、領域N）とそれ以外の領域Ｌに分ける。第１の判定基準は、領域Mおよび領域N以外の領域Ｌに適用され、クラック以外の暗部を排除して正確に抽出を行うために寸法の大きなものに限定して抽出することが望ましい。第２の判定基準は、領域Mに適用され、クラック

はバスバーにリード線をハンダ付けする際に生じる寸法の小さいものも含めて抽出する。第３の判定基準は、領域Ｎに適用され、第２の判定基準と同様である。第１の判定基準でより長さの長い線状の暗部をクラックとすることで、クラック以外の暗部を排除し、より正確にクラックを抽出することができる。第２と第３の判定基準で短い線状の暗部をクラックとすることで、小さな寸法のクラックまで抽出可能となる。

セル良否の自動判定処理では、まず「欠け」「フィンガー断線」「クラック」の有無を判定する。これらがない場合には良品とする。検出された場合には、検出された「欠け」「フィンガー断線」「クラック」の情報をもとにセルの良否をランク分けすることになる。

ランク分けは以下の項目を基に判定する。（１）検出された「欠け」の面積の合計、（２）検出された「フィンガー断線」の面積の合計、（３）検出された「クラック」の長さの合計の３つについて予め設定した閾値と比較して項目毎のランクを決定している。ランクは、例えば、Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅの５ランクとし、Ａがもっともよく、Ｅが最も低いランクとする。欠陥ありと判断したセルのランクは、自動判定の最低ランクであるＥランクに分類する。セルのランクが所定ランク以下の場合に不良（ＮＧ）と判定する。この所定ランクは任意に設定変更可能である。

＜６＞自動判定Ｓ２６

そして、検査対象がセル単体である場合にはセルの判定結果がそのまま製品としての総合判定結果となる。一方、検査対象がストリング、マトリックスの場合、製品としての良否の自動判定を以下の手順で行うこととしている。

各セルの判定基準を基に判断することになるが、ランク付けされた各セルのランク別のセルの枚数によって総合判断する。例えば、設定したランク以下のセルの枚数が設定以上の場合、不良と判断することになる。例えば、Ｃランク以下が５枚以上、Ｄランク以下が３枚以上、Ｅランク以下が１枚以上のいずれかの場合に製品の良否を不良と判定するなどの判断基準を設定する。

＜７＞Ｓ１８検査者による手動判定

本実施の形態例の太陽電池欠陥検査装置においては、撮影画像を解析して問題があると判定した暗部を、その表示部に強調表示する機能を有している。本太陽電池欠陥検査装置による自動判定を止め、図３のＳ１８においてこの機能を使用して検査者が表示部を見て手動判定することもできる。検査者による手動判定の場合は、以下のとおりとなる。

検査者は、図３のステップＳ１８において、検査者は強調表示した画像を見て良否判定結果をキーボード４００から指示入力する。なお、表示部６００がタッチパネルである場合には、表示部６００の表示画面にタッチすることで指示入力としても良い。

本実施の形態例の検査装置には、検査者が表示部の撮影画像を確認して良否判断するために、判定機能の「有効／無効」、自動判定機能の「有効／無効」、手動判定機能の「有効／無効」を設定可能としている。検査者がストリング、マトリクスの製品を検査し、検

査者がすべてのセルを判定し終わったと判断したときに「製品判定完了」ボタンを入力し、次の太陽電池パネルの検査を行う様にしている。

本実施の形態例のステップＳ１２のオリジナル画像とステップＳ１６における欠陥部分を強調した判定画像の例を図５に示す。図５の（Ａ）がオリジナル画像（Ｂ）が強調表示した判定画像である。例えば、検査者が手動判定を行う場合には、この画像を見比べて判断することにより、より容易にまた確実にセル撮影画像の良否が判別できる。

＜８＞Ｓ１６強調画像処理

上述したステップＳ１６の判定画像における欠陥部分を強調した画像とは、以上に説明した解析処理において撮影画像の暗部を解析した結果、バスバー部分などの本来的に発光しない部分に対応する暗部を除く、通常ＥＬ発光していなければならない部分が暗部として認識された場合には、以下の強調画像となる。

（１）係る部分が上述した判定処理で欠陥が原因の欠けによる暗部であると判定された場合、例えば図５の左端部近傍に示す暗部の場合には、暗部と判定された部分のすべてを周辺部分と容易に区別可能な明度で（図５（ｂ）イ参照）表示する。カラー表示が可能な場合には、例えば黄色など係る暗部に特有の色で表示することが望ましい。

（２）係る部分が上述した判定処理でフィンガー断線と判定された場合、例えば図５の中央やや上部に示す部分の場合には、フィンガー断線と判定された暗部を中心とした一定の幅の領域を周辺部分と容易に区別可能な明度で（図５（ｂ）ロ参照）で表示する。カラー表示が可能な場合には、例えば黄緑色など係る暗部に特有の色で表示することが望ましい。

（３）係る部分が上述した判定処理でクラックによる暗部と判定された、例えば図５の左側中央よりやや下側に示す部分の場合には、かかる部分を中心とした一定の太さを持った線として他の部分と容易に区別可能な明度で（図５（ｂ）ハ参照）で表示する。カラー表示が可能な場合には、例えば赤色など係る暗部に特有の色で表示することが望ましい。

係る部分は、当該暗部が原因で他の周辺部分に欠陥を示す暗部は生じていないが、長期間の使用により当該暗部が拡大し他の周辺部分に欠陥が生じる可能性がある。係る部分を一定太さの線として表示するため、係る部分が撮影画像のどの部分かを容易に認識可能にしている。良否を判定しようとする者は、撮影画像とこの強調画像の両方の画像を確認することで、解析の結果、問題があると判定された撮影画像の箇所を容易且つ確実に認識できる。

請求の範囲

1. 太陽電池内の太陽電池セルの良否を判定可能な太陽電池検査装置であって、
遮光空間で検査対象太陽電池に一定電流を供給する電源供給手段と、
前記電源供給手段により電源が供給された前記検査対象太陽電池セル毎にセルよりの発光光を撮影する撮影手段と、
前記撮影手段で撮影したセル撮影画像を解析する解析手段と、
前記解析手段の解析結果を可視表示する表示手段とを備え、
前記解析手段は、前記撮影手段で撮影したセル撮影画像を強調処理することによりセル撮影画像の暗部の形状を解析してセルの良否判断を可能とすることを特徴とする太陽電池検査装置。

2. 請求項1に記載の太陽電池検査装置であって、
前記表示手段は前記解析手段が問題があると判定した暗部を強調して表示することを特徴とする太陽電池検査装置。

3. 前記撮影手段は、複数の太陽電池セルを連続して撮影し、前記解析手段は、前記撮影手段の撮影した隣接するセル間隔に対する良否判定も行うことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の太陽電池検査装置。

4. 前記解析手段は、マイクロクラックの検出判定を行うことで将来不良に発展するおそれのある太陽電池セルの状態を判断可能とすることを特徴とする請求項1乃至請求項3に記載の太陽電池検査装置。

5. 前記解析手段は、セル撮影画像の暗部の形状に加えて暗部の方向及び位置も解析してセルの状態判断を行なうことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の太陽電池検査装置。

6. 前記表示手段は、前記解析手段が問題があると判定した暗部を強調して表示したセル画像と、前記撮影手段で撮影したセル撮影画像とを同時に視認可能に表示可能とすることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の太陽電池検査装置。

7. 請求項1乃至請求項6に記載の太陽電池検査装置における太陽電池欠陥判定方法であって、
遮光空間で検査対象太陽電池セルに一定電流を供給し、電源が供給されたことによる前記検査対象太陽電池セル毎にセルよりの発光光を撮影し、
前記撮影したセル撮影画像を強調処理することによりセル撮影画像の暗部の形状を解析してセルの良否判断を可能とすることを特徴とする太陽電池欠陥判定方法。

8. 請求項7に記載の太陽電池欠陥判定方法であって、
前記解析結果において問題があると判定した暗部を強調して表示することを特徴とする太陽電池欠陥判定方法。

9． 前記太陽電池セルの撮影は、複数の太陽電池セルを連続して撮影し、セル撮影画像の暗部の判定は隣接するセル間隔に対しても行い、隣接するセルの配設状況の良否判定も行うことを特徴とする請求項７または請求項８に記載の太陽電池欠陥判定方法。

１０．前記撮影画像の解析において、マイクロクラックの検出判定を行うことで将来不良に発展するおそれのある太陽電池セルの状態を判断可能とすることを特徴とする請求項７乃至請求項９に記載の太陽電池欠陥判定方法。

１１．前記撮影画像の解析において、セル撮影画像の暗部の形状に加えて暗部の方向及び位置も解析してセルの状態判断を行なうことを特徴とする請求項７乃至請求項１０に記載の太陽電池欠陥判定方法。

１２．前記問題があると判定した暗部を強調して表示したセル画像と、撮影したセル撮影画像とを同時に視認可能に表示可能とすることを特徴とする請求項７乃至請求項１１に記載の太陽電池欠陥判定方法。

図1

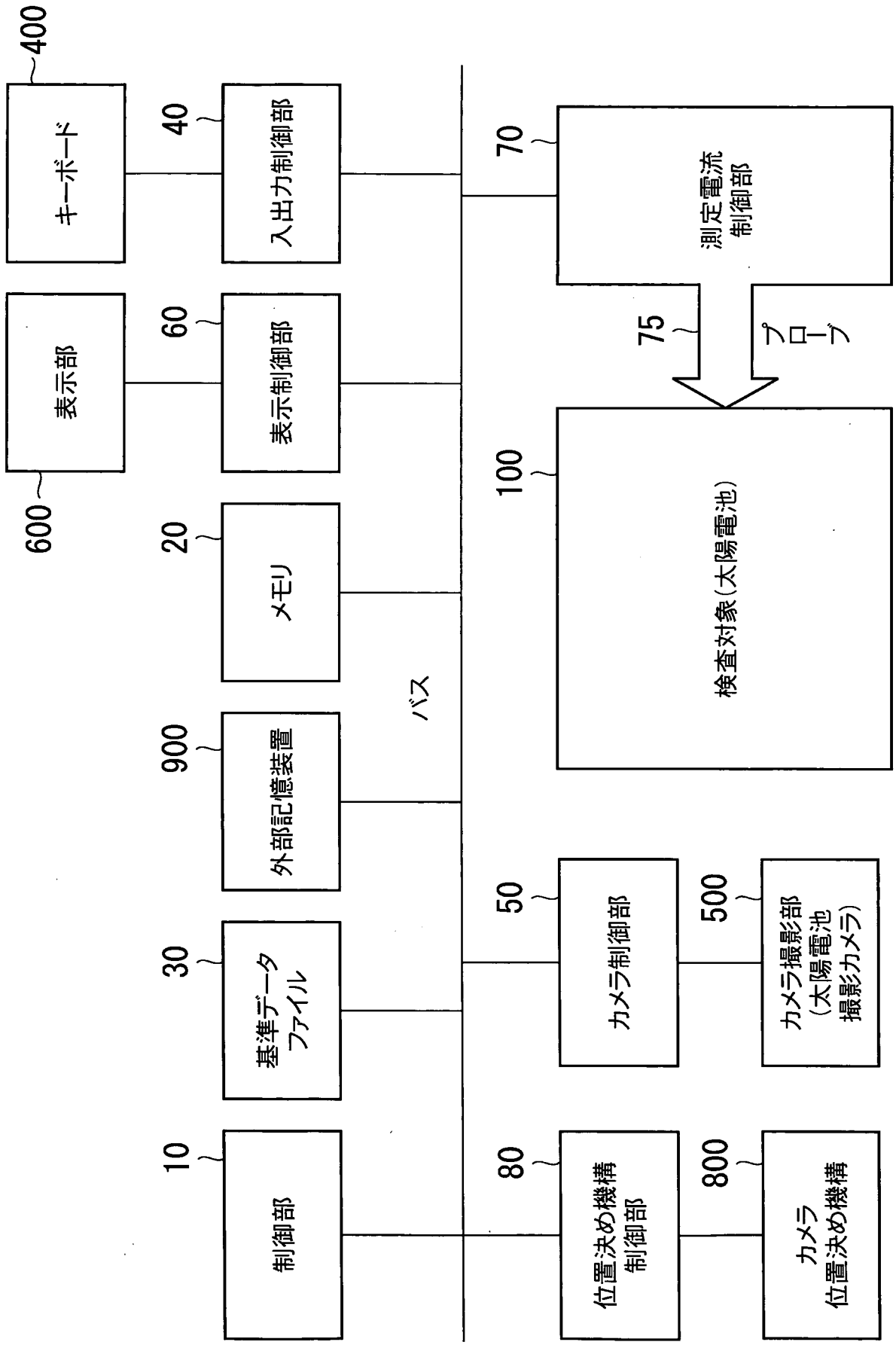

400
キーボード
40
入出力制御部
70
測定電流制御部
600
表示部
60
表示制御部
75
プローブ
100
検査対象(太陽電池)
20
メモリ
900
外部記憶装置
バス
30
基準データファイル
50
カメラ制御部
500
カメラ撮影部(太陽電池撮影カメラ)
10
制御部
80
位置決め機構制御部
800
カメラ位置決め機構

図２

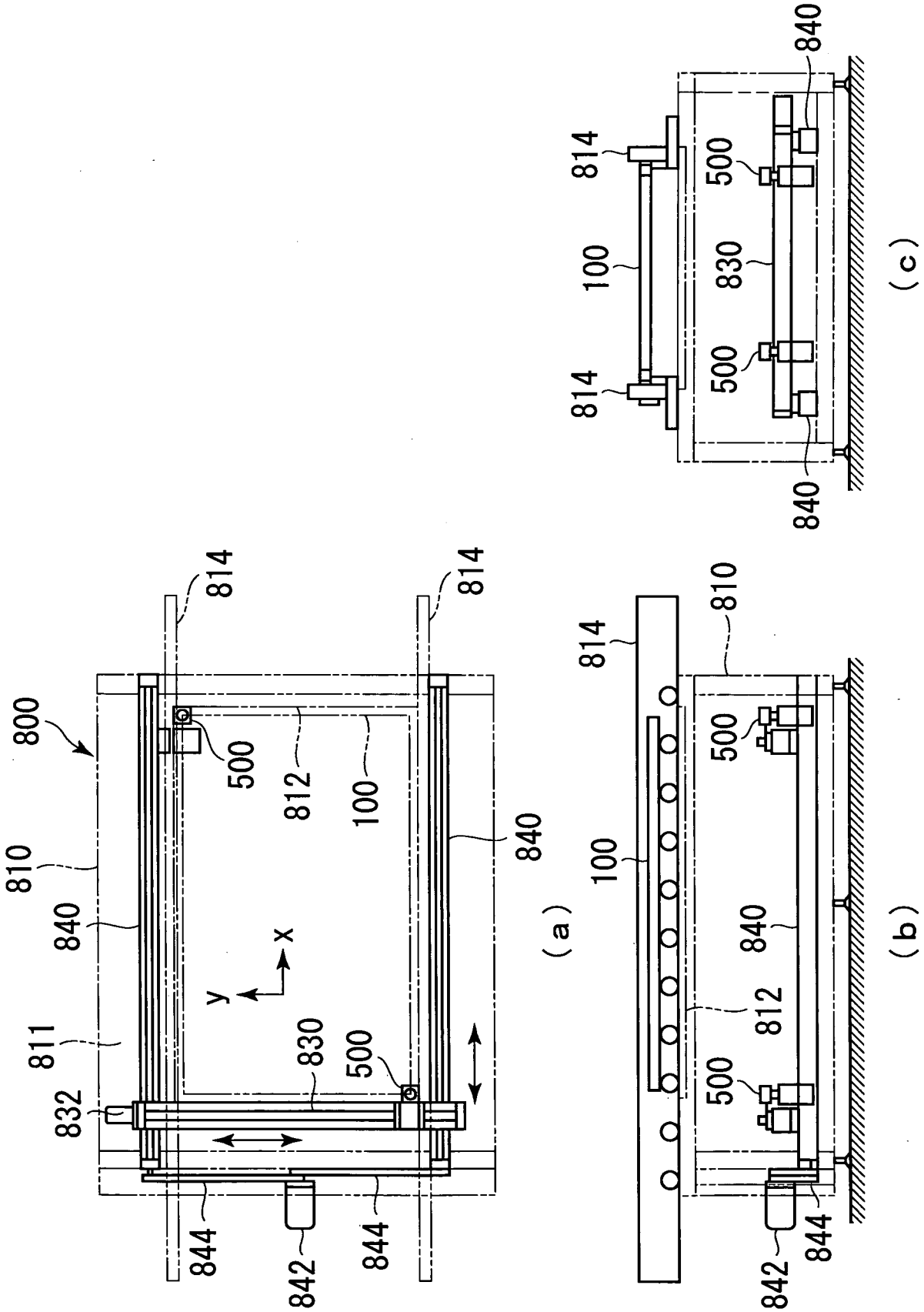

800
810
840
811
832
814
814
500
812
100
840
x
y
830
500
844
842
844
(a)
814
810
500
100
840
812
500
842
844
(b)
814
840
500
100
830
500
814
840
(c)

図３

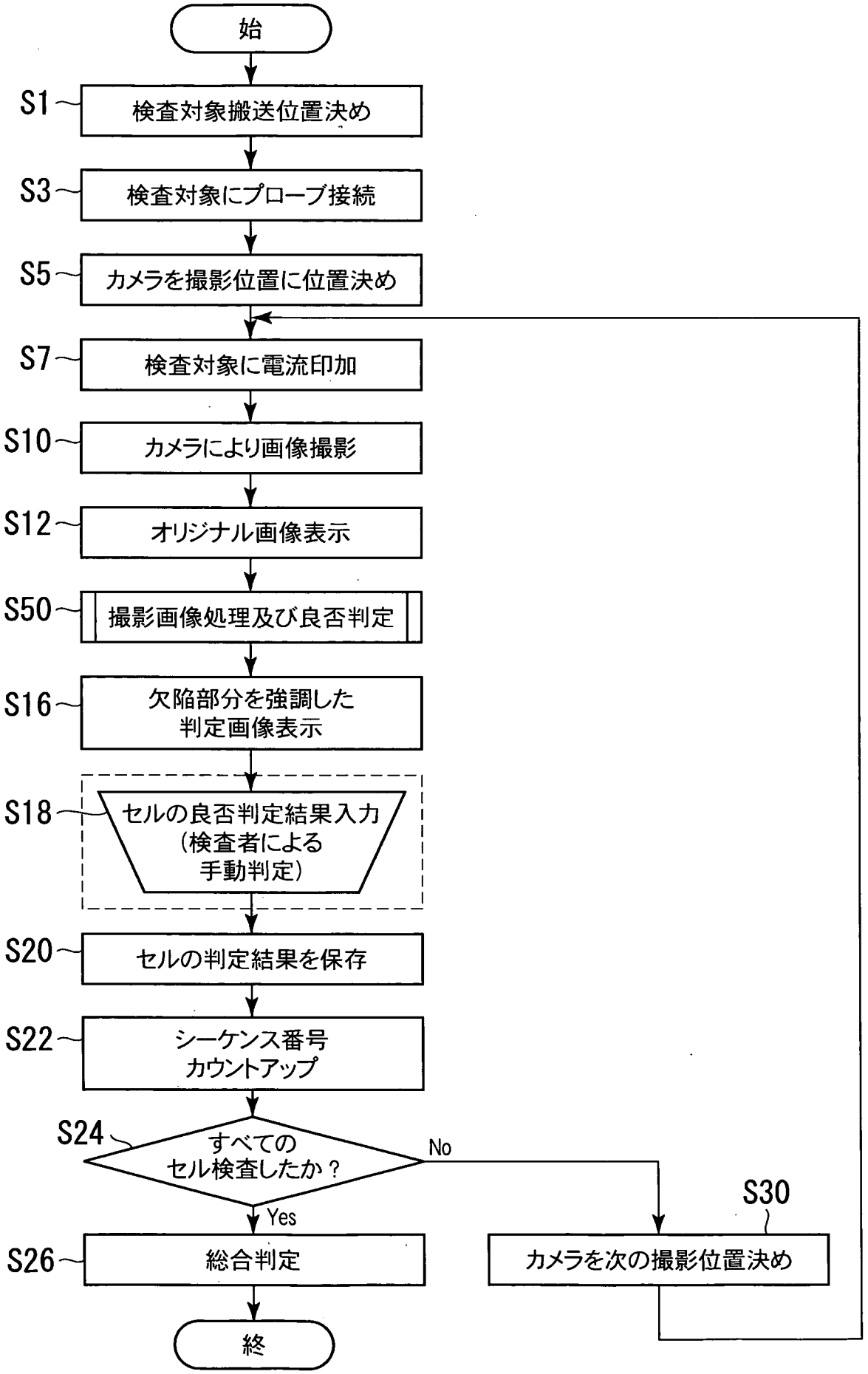

始
S1
検査対象搬送位置決め
S3
検査対象にプローブ接続
S5
カメラを撮影位置に位置決め
S7
検査対象に電流印加
S10
カメラにより画像撮影
S12
オリジナル画像表示
S50
撮影画像処理及び良否判定
S16
欠陥部分を強調した
判定画像表示
S18
セルの良否判定結果入力
（検査者による
手動判定）
S20
セルの判定結果を保存
S22
シーケンス番号
カウントアップ
S24
すべての
セル検査したか？
No
Yes
S30
カメラを次の撮影位置決め
S26
総合判定
終

図４

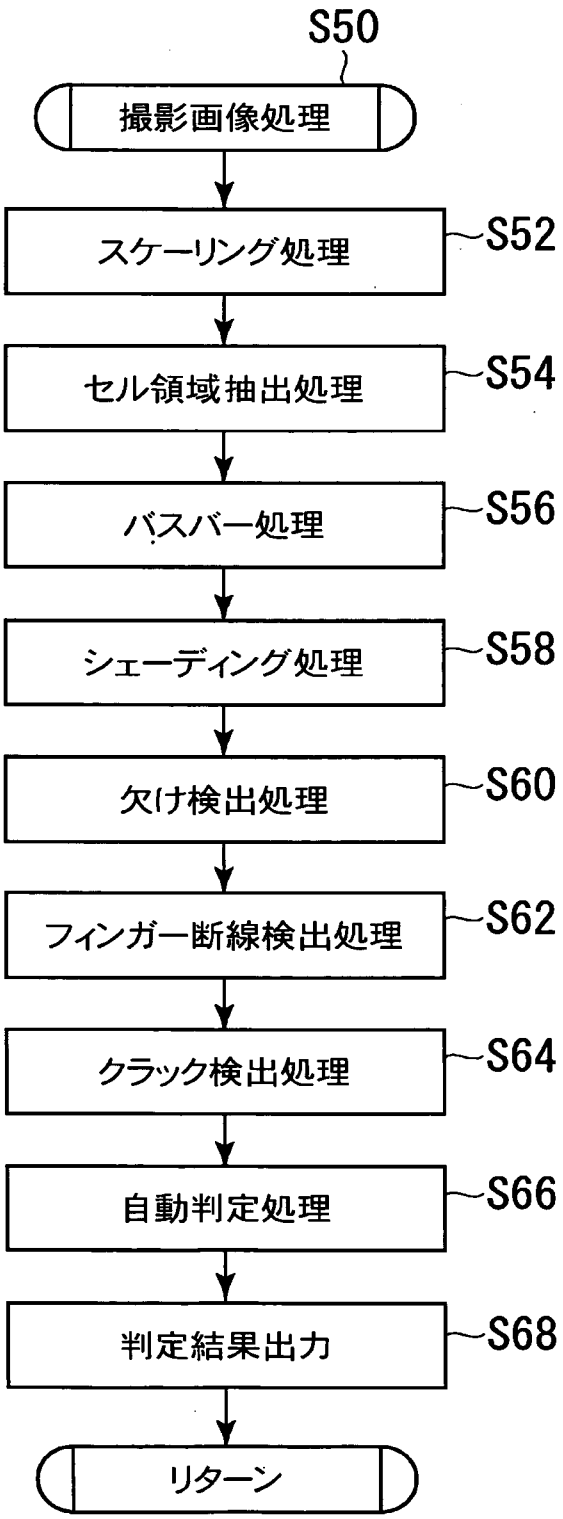
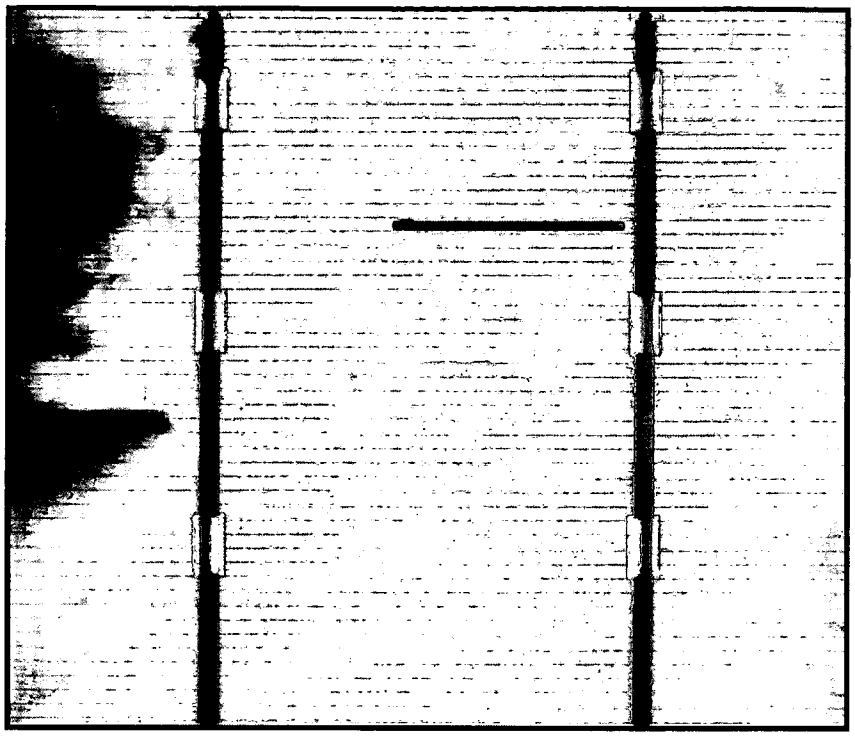

S50
撮影画像処理
スケーリング処理
S52
セル領域抽出処理
S54
バスバー処理
S56
シェーディング処理
S58
欠け検出処理
S60
フィンガー断線検出処理
S62
クラック検出処理
S64
自動判定処理
S66
判定結果出力
S68
リターン

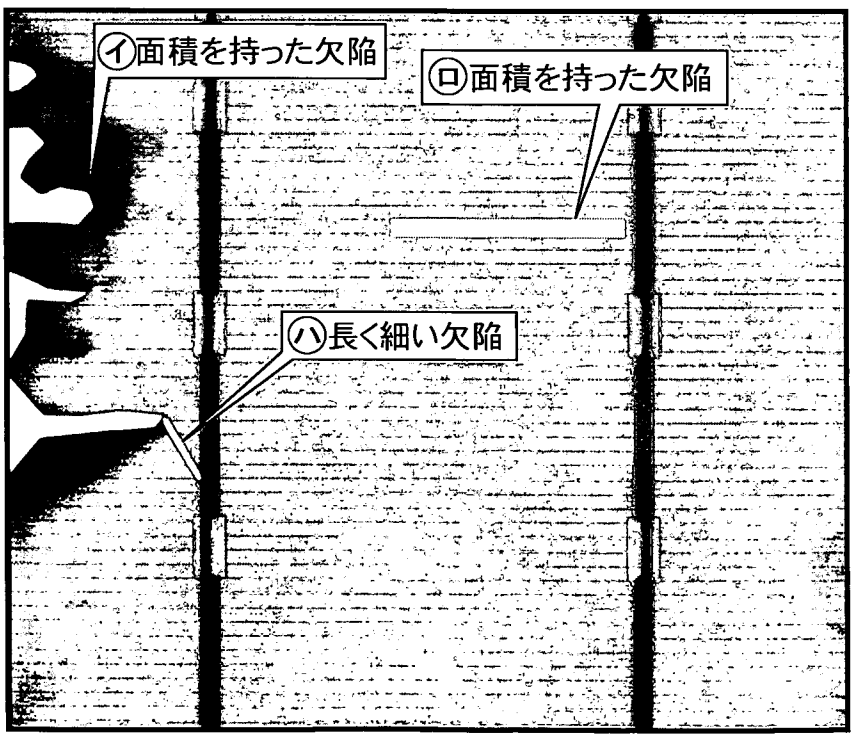
図５

（ａ）



撮影(元)画像

（ｂ）



判定(処理後)画像

図６

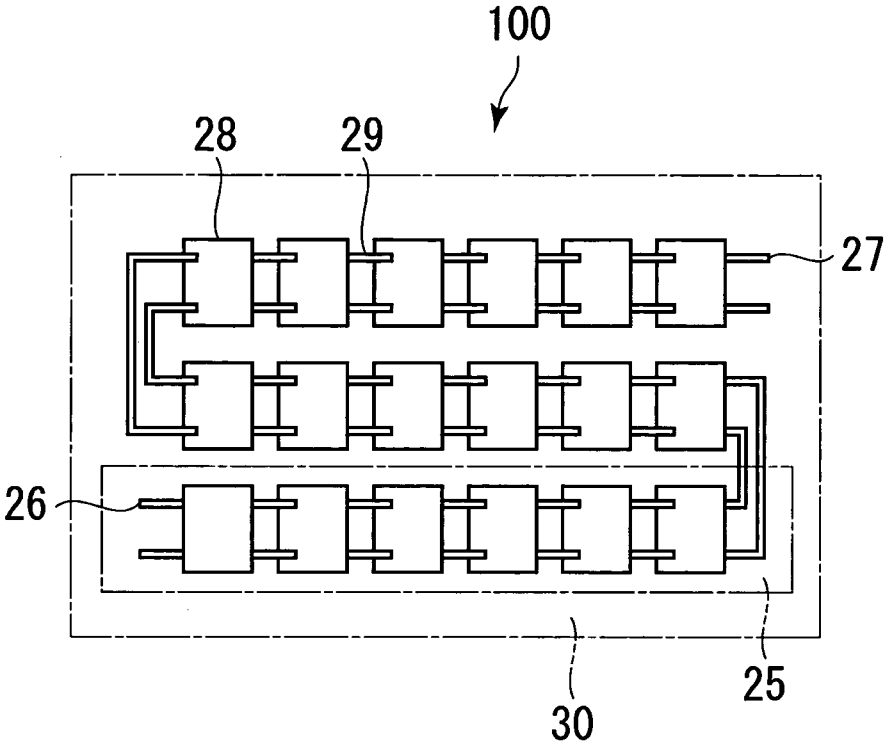


図７

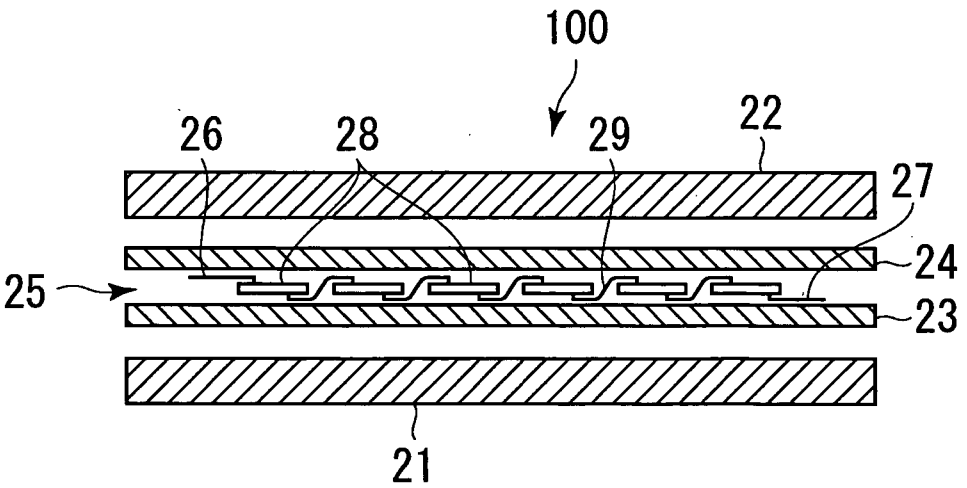


図８

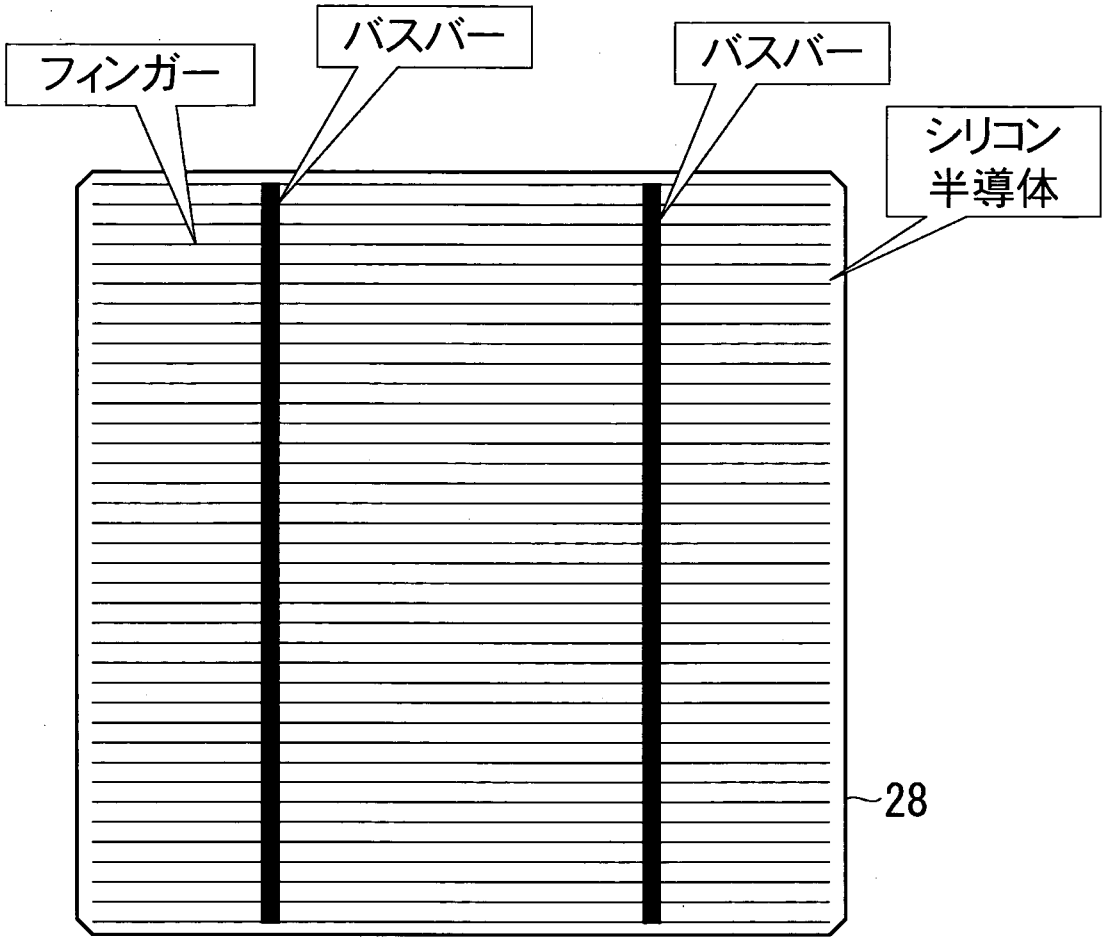


図９

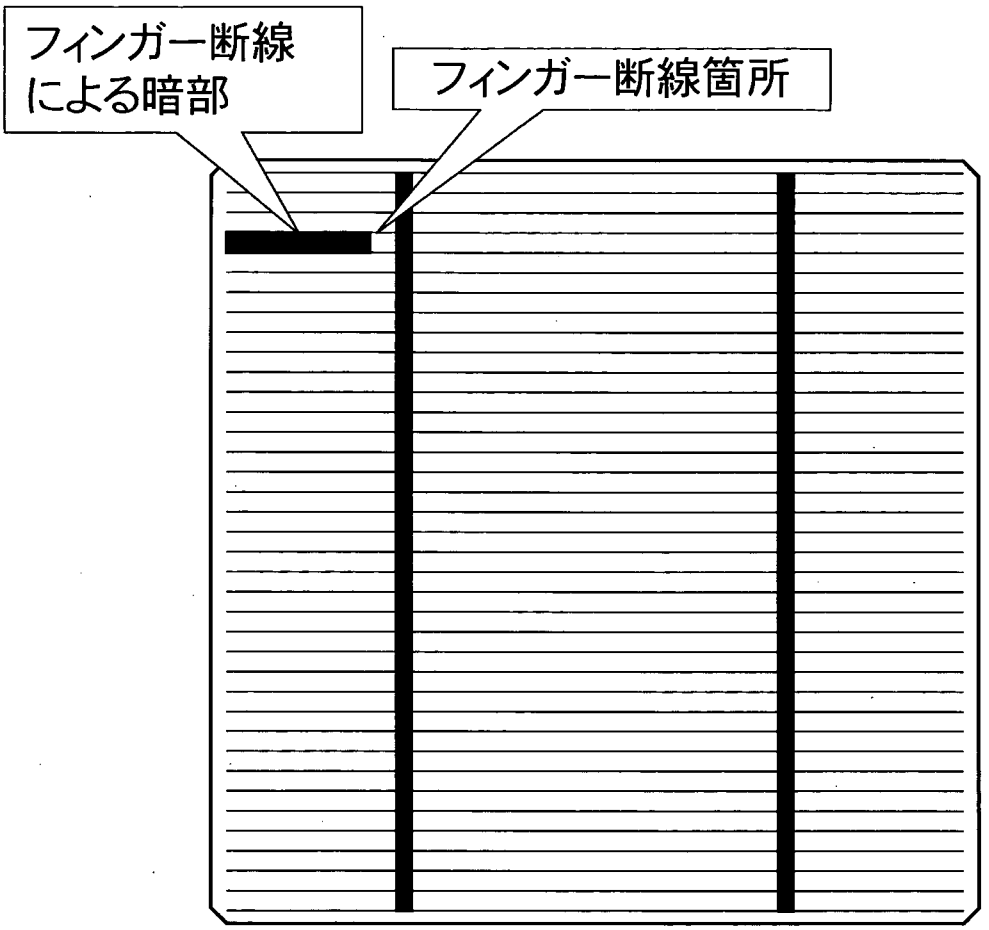


図１０

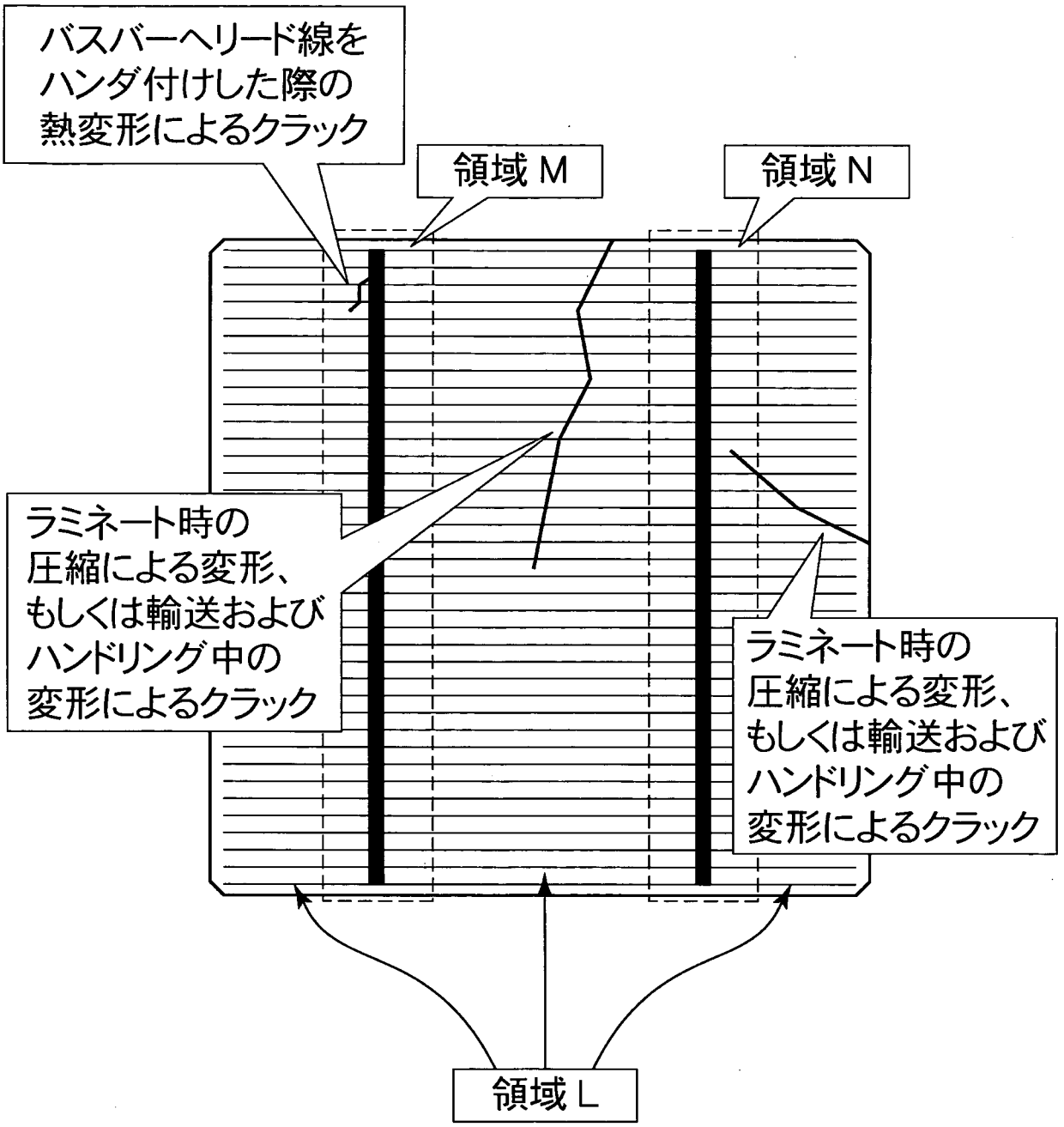

バスバーヘリード線を
ハンダ付けした際の
熱変形によるクラック
領域 M
領域 N
ラミネート時の
圧縮による変形、
もしくは輸送および
ハンドリング中の
変形によるクラック
ラミネート時の
圧縮による変形、
もしくは輸送および
ハンドリング中の
変形によるクラック
領域 L

図１１

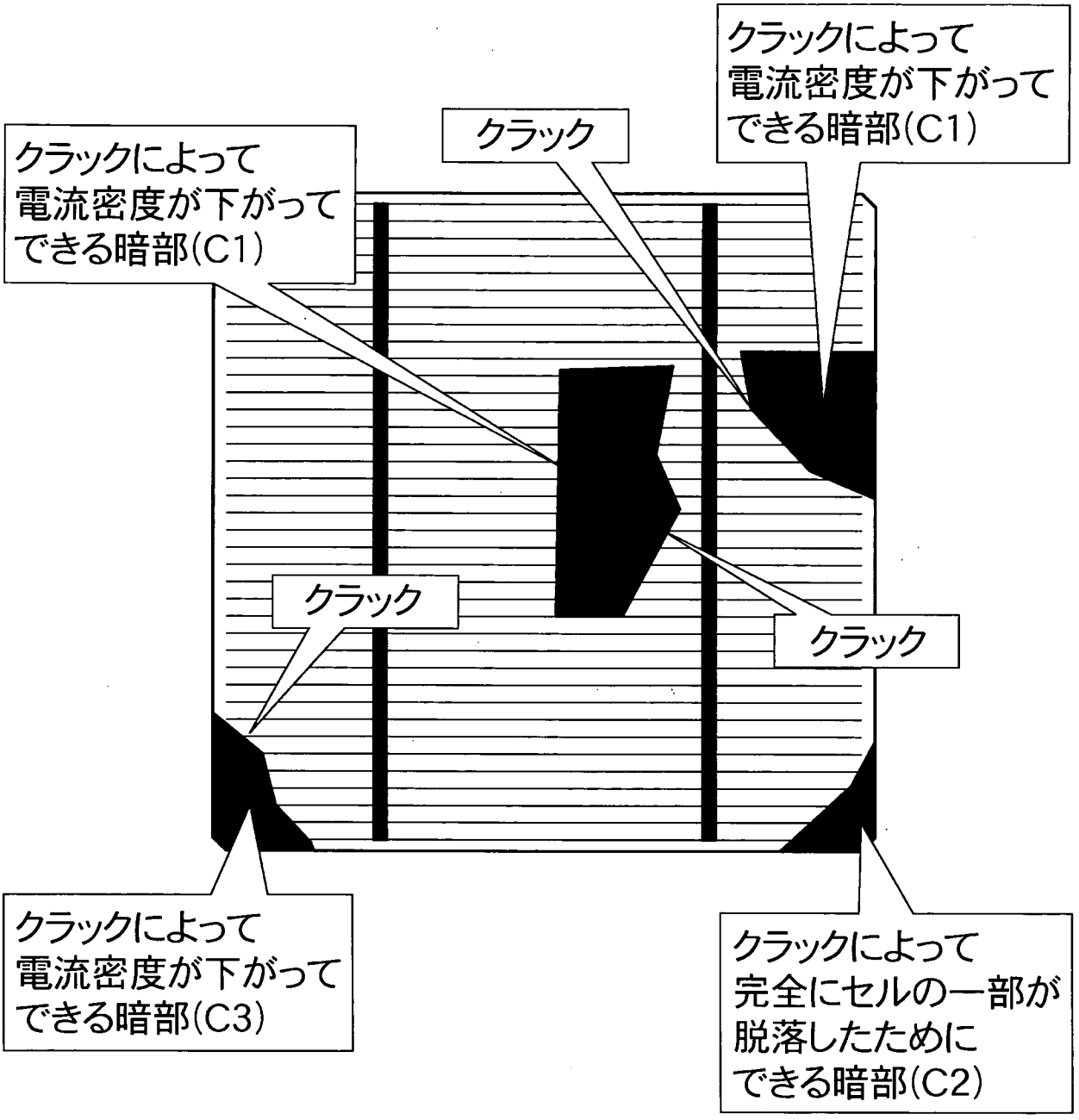
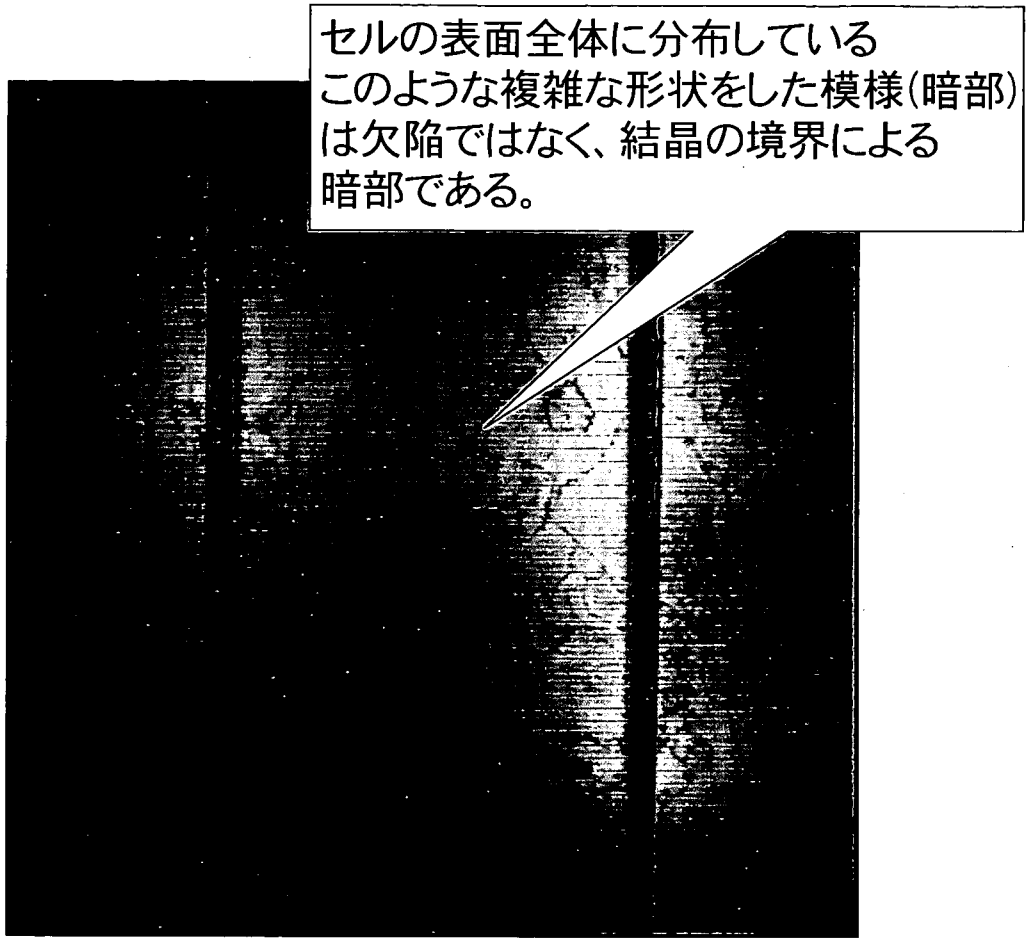
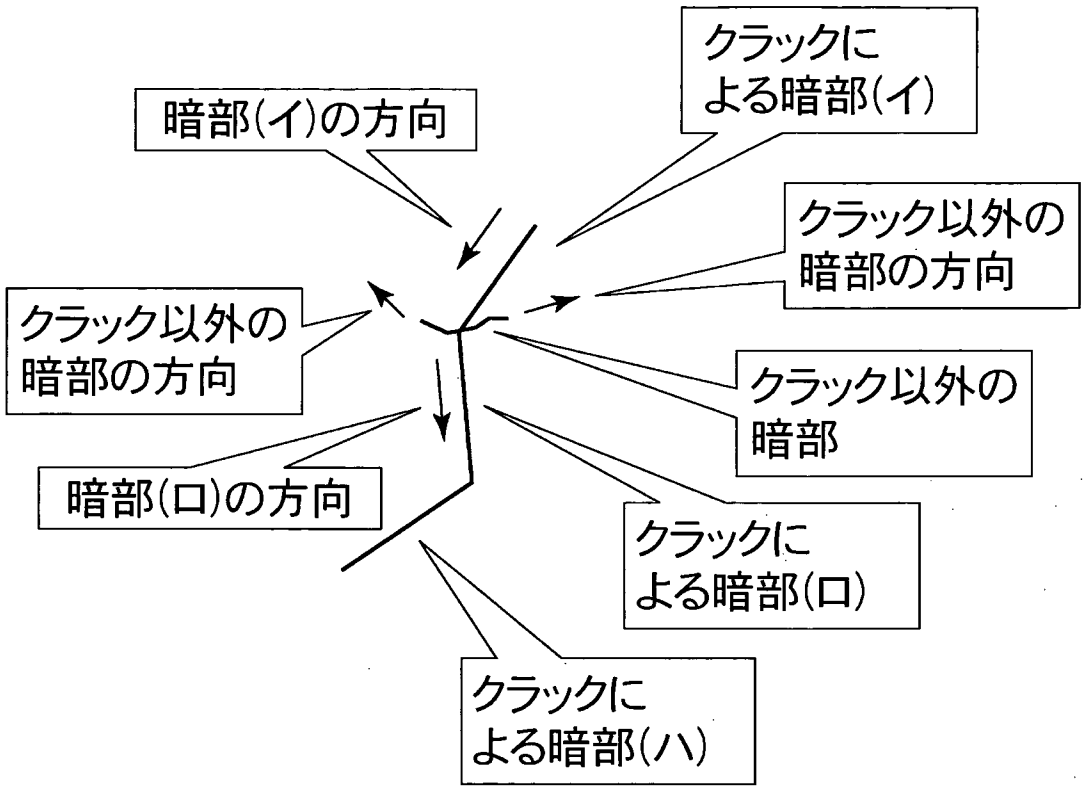

クラックによって
電流密度が下がって
できる暗部(C1)
クラック
クラックによって
電流密度が下がって
できる暗部(C1)
クラック
クラック
クラックによって
電流密度が下がって
できる暗部(C3)
クラックによって
完全にセルの一部が
脱落したために
できる暗部(C2)

図１２



多結晶シリコンセルのEL画像例

図１３


暗部(イ)の方向
クラックによる暗部(イ)
クラック以外の暗部の方向
クラック以外の暗部の方向
クラック以外の暗部
暗部(ロ)の方向
クラックによる暗部(ロ)
クラックによる暗部(ハ)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/073895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L31/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L31/04-31/078, G01J1/00-G01J1/60, G01N21/62-21/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus(JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/129585 A1 (Nara Institute of Science and Technology), 15 November, 2007 (15.11.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
Y	WO 2006/059615 A1 (Nara Institute of Science and Technology), 08 June, 2006 (08.06.06), Full text; all drawings & US 2008/0088829 A1 & EP 1840541 A1 & CN 101069072 A	1-12
Y	JP 11-002611 A (Hitachi, Ltd.), 06 January, 1999 (06.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 March, 2009 (17.03.09)	31 March, 2009 (31.03.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/073895

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-118731 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 09-265537 A (Hitachi, Ltd.), 07 October, 1997 (07.10.97), Par. No. [0031]; Fig. 8 (Family: none)	2,8
A	JP 2005-102784 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 21 April, 2005 (21.04.05), Par. No. [0074]; Fig. 6 (Family: none)	6,12
P,X	JP 2008-026113 A (Japan Aerospace Exploration Agency), 07 February, 2008 (07.02.08), Full text; all drawings (Family: none)	1,5,7,11

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０７３８９５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/04 - 31/078, G01J1/00 - G01J1/60, G01N21/62-21/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus(JDreamII)

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	WO 2007/129585 A1 (国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学) 2007.11.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
Y	WO 2006/059615 A1 (国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学) 2006.06.08, 全文, 全図 & US 2008/0088829 A1 & EP 1840541 A1 & CN 101069072 A	1-12
Y	JP 11-002611 A (株式会社日立製作所) 1999.01.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １７．０３．２００９	国際調査報告の発送日 ３１．０３．２００９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　３１０６ 加藤　万里子 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	JP 11-118731 A（日産自動車株式会社）1999.04.30，全文，全図 （ファミリーなし）	1-12
Ａ	JP 09-265537 A（株式会社日立製作所）1997.10.07，[0031]，図８ （ファミリーなし）	2，8
Ａ	JP 2005-102784 A（コニカミノルタエムジー株式会社）2005.04.21， [0074]，図６（ファミリーなし）	6，12
Ｐ，Ｘ	JP 2008-026113 A（独立行政法人　宇宙航空研究開発機構）2008.02.07， 全文，全図（ファミリーなし）	1，5，7，11