

(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
2014年3月13日(13.03.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/038012 A1

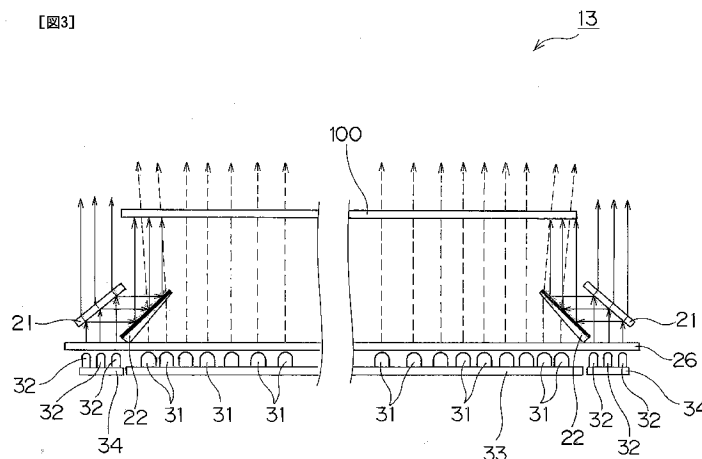
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) H01L 31/04 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/072601
- (22) 国際出願日: 2012年9月5日(05.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高見 芳夫 (TAKAMI Yoshio) [JP/JP]; 〒6048511 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 Kyoto (JP). 橋本 豊之 (HASHIMOTO Toyoyuki) [JP/JP]; 〒6048511 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 Kyoto (JP). 北原 大 (KITAHARA Dai) [JP/JP]; 〒6048511 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 大坪 隆司 (OTSUBO Takashi); 〒6128063 京都府京都市伏見区東組町688番地1 大坪特許事務所 Kyoto (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, JP, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SOLAR CELL INSPECTING APPARATUS

(54) 発明の名称: 太陽電池セルの検査装置

[図3]



(57) Abstract: Provided is a solar cell inspecting apparatus which can perform both the inspection using visible light and inspection using infrared light by means of a single apparatus. A light irradiation unit (13) is provided with: a plurality of LED elements (31), which are disposed in a row in a region facing a solar cell (100), and which emit infrared light; a plurality of LED elements (32), which emit visible light, and which are provided in a row in a region facing the outer circumferential portion of the solar cell (100), said region being on the outer side of the LED elements (31) that emit infrared light; a diffusing plate (26); and a visible light shift mechanism, which is configured from a half mirror (21) as a reflecting member, and a composite member (22), and which shifts the visible light emitted toward the outer circumferential portion of the solar cell (100) from the LED elements (32) that emit the visible light, thereby radiating the visible light to the circumferential end portion of the solar cell (100).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/038012 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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。光照射部 13 は、太陽電池セル 100 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 31 と、これらの赤外光を出射する複数の LED 素子 31 の外側において、太陽電池セル 100 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 32 と、拡散板 26 と、反射部材としてのハーフミラー 21 および合成部材 22 から成り、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シフトさせることにより、この可視光を太陽電池セル 100 の周縁部に照射する可視光シフト機構とを備える。

明 細 書

発明の名称： 太陽電池セルの検査装置

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ボ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に、半導体ウエハを透過した赤外線を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

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。

[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。

[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ＬＥＤ素子と、前記赤外光を出射する複数のＬＥＤ素子の外側において、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ＬＥＤ素子と、前記可視光を出射する複数のＬＥＤ素子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たことを特徴とする。

[0011] 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ＬＥＤ素子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ＬＥＤ素子から出射された赤外光を透過させるとともに、前記第１の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。

[0012] 請求項３に記載の発明は、請求項２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。

[0013] 請求項４に記載の発明は、請求項２に記載の発明において、前記赤外光を出射する複数のＬＥＤ素子の配置間隔は、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。

[0014] 請求項５に記載の発明は、請求項２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。

[0015] 請求項６に記載の発明は、請求項１から請求項５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。

[0016] 請求項７に記載の発明は、請求項６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

- [0017] 請求項 1 および請求項 2 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 L E D 素子を配置し、その外側の領域に可視光を出射する複数の L E D 素子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ことが可能となる。
- [0018] 請求項 3 および請求項 4 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。
- [0019] 請求項 5 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。
- [0020] 請求項 6 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

[0021] [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

[0022] 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。

[0023] 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 640 nm 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。

[0024] 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

１００の周縁部に可視光を照射する光照射部１３を備える。

[0025] 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１４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１６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１５とを備える。ビームスプリッタ１４は、後述するように、太陽電池セル１００を通過した赤外光と、太陽電池セル１００に遮断されずに通過した可視光と、太陽電池セル１００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１４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。

[0026] 可視光源１１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。一方、光照射部１３から出射された赤外光は、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。また、光照射部１３から出射された可視光は、太陽電池セル１００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。

[0027] 図３は、光照射部１３の概要図である。また、図４は、ハーフミラー２１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。さらに、図５は、ハーフミラー２１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。

[0028] 光照射部１３は、太陽電池セル１００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３１と、これらの赤外光を出射する複数のＬＥＤ素子３１の外側において、太陽電池セル１００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３２と、拡散板２６と、反射部材としてのハーフミラー２１および合成部材２２から成り、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

れた可視光をシフトさせることにより、この可視光を太陽電池セル１００の周縁部に照射する可視光シフト機構とを備える。

[0029] 赤外光を出射する複数のＬＥＤ素子３１は、基板３３上に列設された状態で、太陽電池セル１００と対向する領域に配置されている。ここで、「太陽電池セル１００と対向する領域」とは、例えば、ＬＥＤ素子３１を太陽電池セル１００の下方に配置した場合には、ＬＥＤ素子３１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、基板３３上に列設された複数のＬＥＤ素子３１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。

[0030] なお、図３に示すように、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。これらのＬＥＤ素子３１は、 940 nm 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１００を容易に透過可能となるように、太陽電池セル１００の材質等に基づいて決定される。

[0031] 可視光を出射する複数のＬＥＤ素子３２は、例えば、 640 nm 程度の波長の可視光を出射するものであり、基板３４上に列設された状態で、赤外光を出射する複数のＬＥＤ素子３１の外側において、太陽電池セル１００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１００の外周部と対向する領域」とは、例えば、ＬＥＤ素子３２を太陽電池セル１００の下方に配置した場合には、ＬＥＤ素子３２と太陽電池セル１００の外周部の領域（太陽電池セル１００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１００の外周部と対向する領域」とは、基板３４上に列設された複数のＬＥＤ素子３２により形成される面領域が、太陽電池セル１００のすぐ外側の面領域と対向している状態を意味する。

[0032] ハーフミラー 21 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の 50% 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 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 をそのまま通過する。このハーフミラー 21 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。ここで、「太陽電池セル 100 の外周部と対向する領域」とは、LED 素子 32 の場合と同様、例えば、ハーフミラー 21 を太陽電池セル 100 の下方に配置した場合には、ハーフミラー 21 と太陽電池セル 100 の外周部の領域（太陽電池セル 100 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 100 の外周部と対向する領域」とは、ハーフミラー 21 により形成される面領域が、太陽電池セル 100 のすぐ外側の面領域と対向している状態を意味する。

[0033] 合成部材 22 は、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を、太陽電池セル 100 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 21 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 100 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。

[0034] 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。

[0035] 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 R O M、制御時にデータ等が一時的にストアされる R A Mおよび論理演算を実行する C P U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 1 1、L E D 素子 3 1、L E D 素子 3 2、C C D カメラ 1 5 および C C D カメラ 1 6 と接続されている。この制御部 7 は、可視光源 1 1、L E D 素子 3 1 および L E D 素子 3 2 の点灯を制御するとともに、C C D カメラ 1 5 および C C D カメラ 1 6 による画像の取り込みと測定とを制御する。

[0036] 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 1 0 0 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 1 0 0 を検査位置に搬送する。この状態において、光照射部 1 3 による太陽電池セル 1 0 0 の下面全域への赤外光を照射しつつ、光照射部 1 3 による太陽電池セル 1 0 0 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 1 0 0 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。

[0037] この状態においては、図 1 に示すように、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。この可視光は、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、C C D カメラ 1 5 に入射する。そして、C C D カメラ 1 5 により測定された反射画像に基づいて、太陽電池セル 1 0 0 の表面状態の検査が実行される。

[0038] 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 L E D 素子 3 1 から出射された赤外光は、太陽電池セル 1 0 0 の中央部分付近においては、拡散板 2 6 を通過した後に、太陽電池セル 1 0 0 の裏面に照射される。また、赤外光を出射する複数の L E D 素子 3 1 から出射された赤外光の一部は、拡散板 2 6 を通過した後に、合成部材 2 2 におけるウェッジプリズム 2

4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。

[0039] 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、ウェッジプリズム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。

[0040] 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。

[0041] 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とを識別して取得する構成となっている。

[0042] 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ことが可能となる。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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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 から太陽電池セル 100 の外周部に向けて出射された可視光は、ミラー 25 において反射され、誘電体膜 23 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 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。

[0046] なお、上述した実施形態においては、太陽電池セル 100 と対向する領域には赤外光を出射する LED 素子 31 のみを配置し、太陽電池セル 100 の外周部と対向する領域には可視光を出射する LED 素子 32 のみを配置している。しかしながら、LED 素子 31 の一部のみを LED 素子 32 の領域に配置してもよく、LED 素子 32 の一部のみを LED 素子 31 の領域に配置してもよい。

[0047] また、拡散板 26 は、LED 素子 31 あるいは LED 素子 32 の光を透過しつつ拡散させ、均一に太陽電池セル 100 を照明する。LED 素子 31 および LED 素子 32 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 26 は省いてもよい。

符号の説明

[0048] 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

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LED素子と、
前記赤外光を出射する複数のLED素子の外側において、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LED素子と、
前記可視光を出射する複数のLED素子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、
を備えた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LED素子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LED素子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、

を備える太陽電池セルの検査装置。

[請求項3]

請求項2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4]

請求項2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LED素子の配置間隔は、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5]

請求項2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6]

請求項1から請求項5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7]

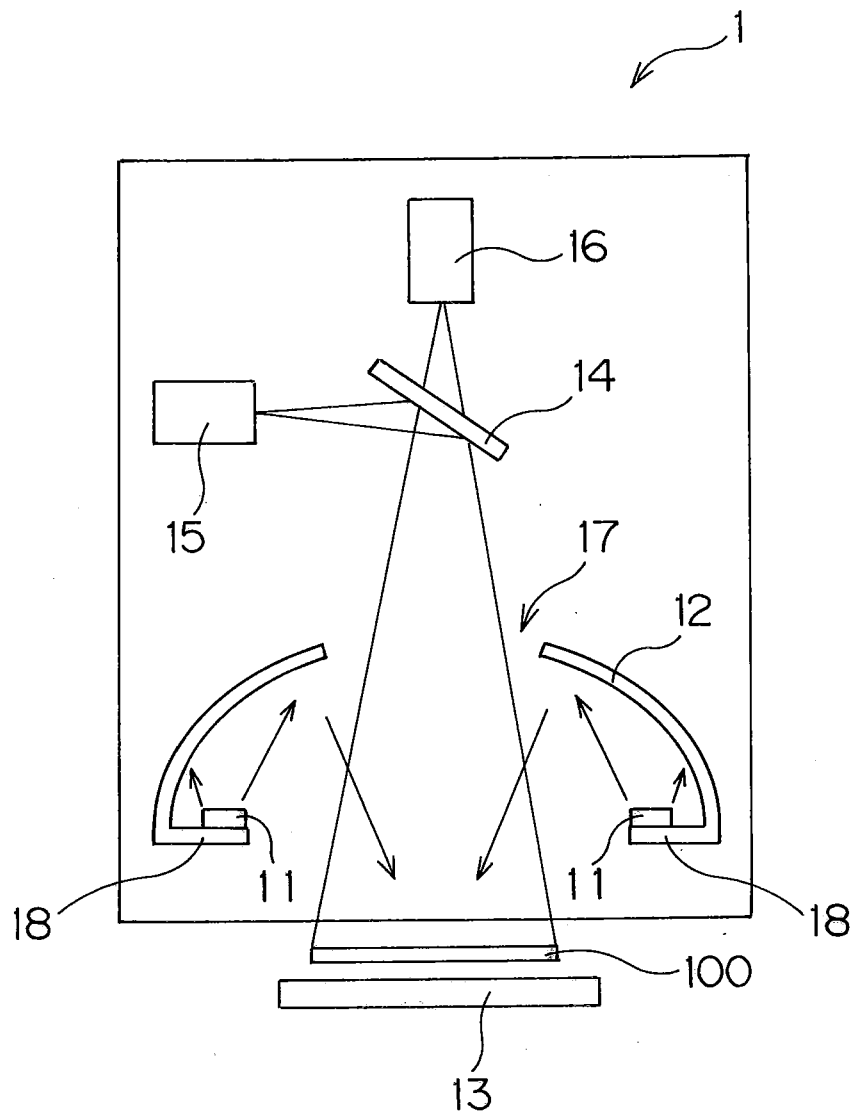
請求項6に記載の太陽電池セルの検査装置において、

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、

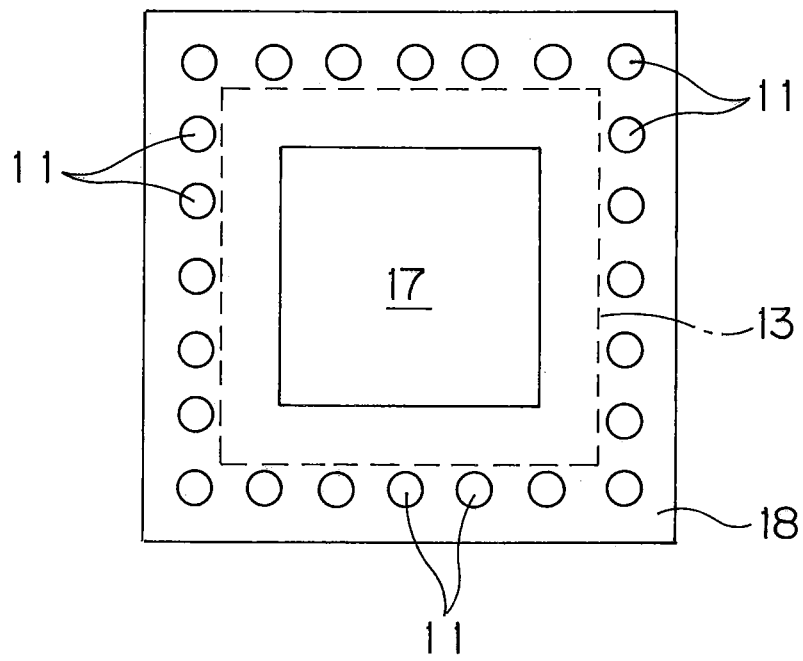
前記太陽電池セルを通過した赤外光と、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを受光し、前記太陽電池セルを透過した赤外光を前記第1画像測定部に導くとともに、前記太陽電池セルに遮断されずに通過した可視光と、前記太陽電池セルで反射した可視光とを前記第2画像測定部に導くビー

ムスプリッタを備える太陽電池セルの検査装置。

[図1]

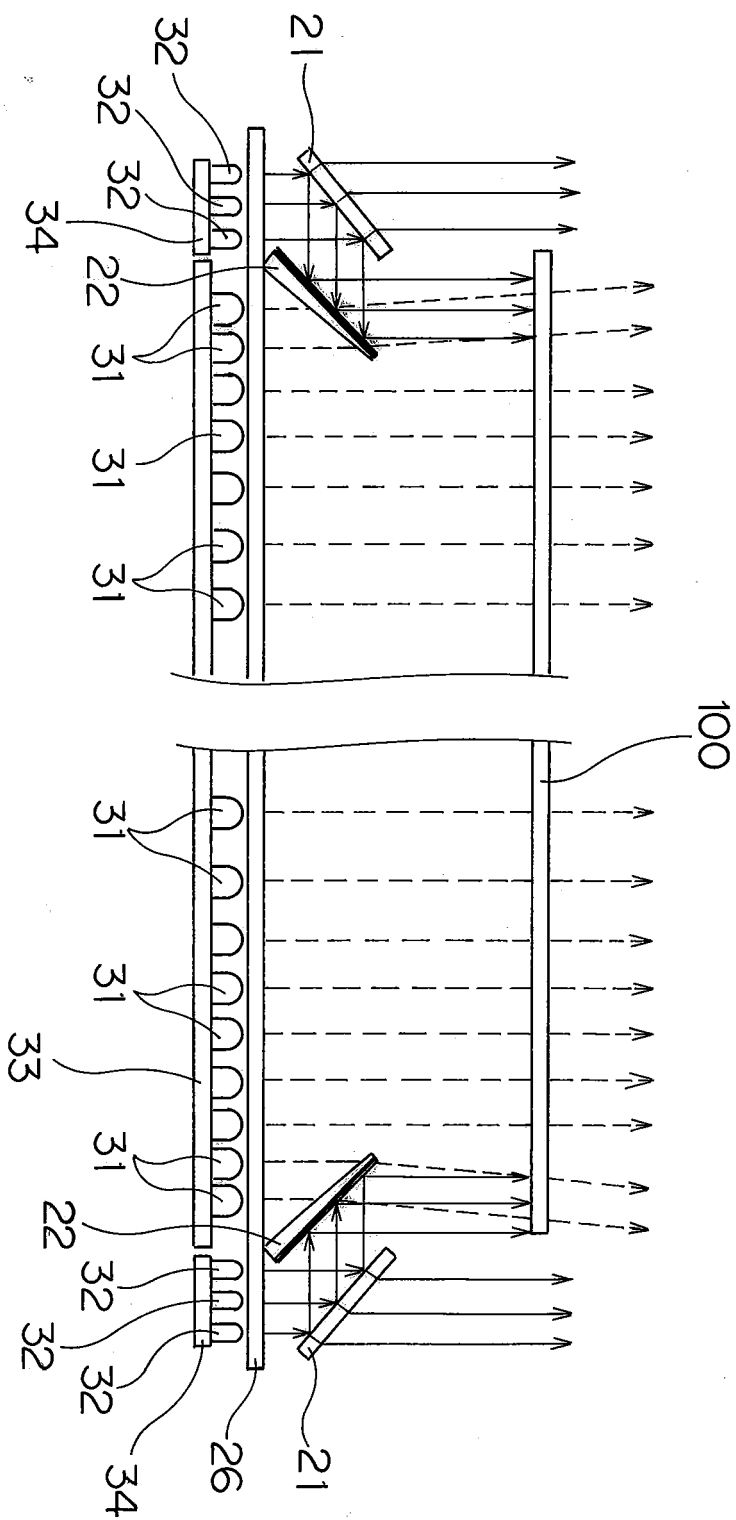


[図2]

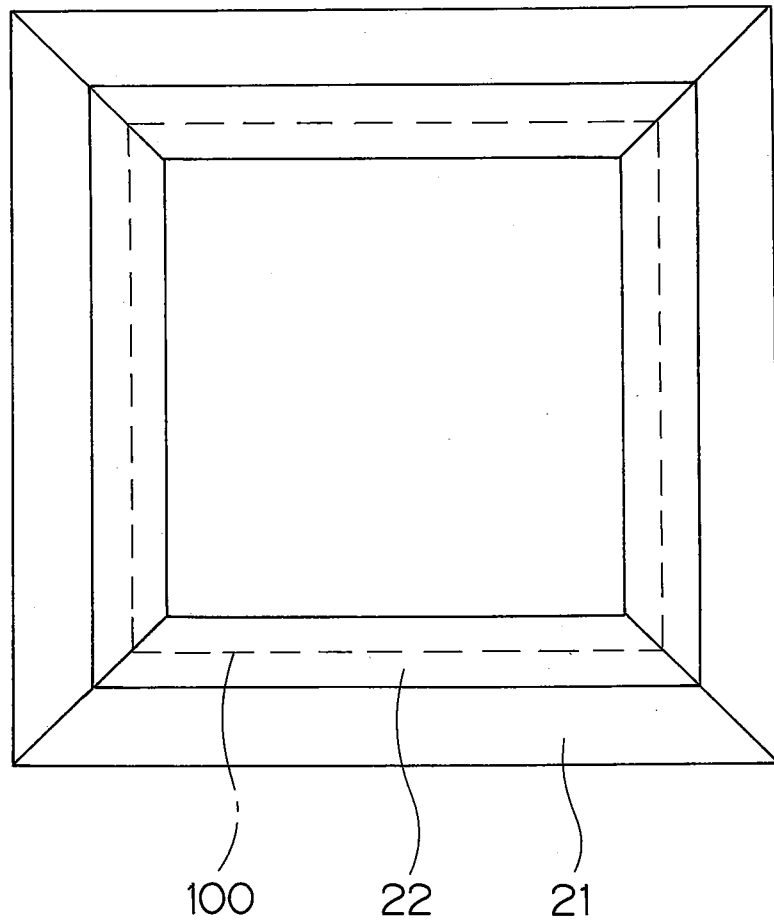


[図3]

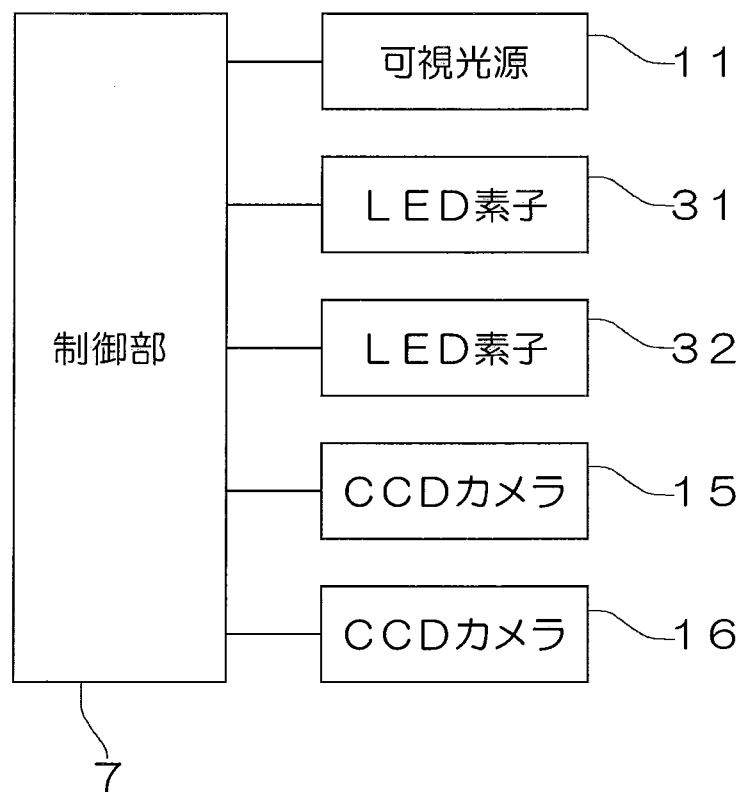
13



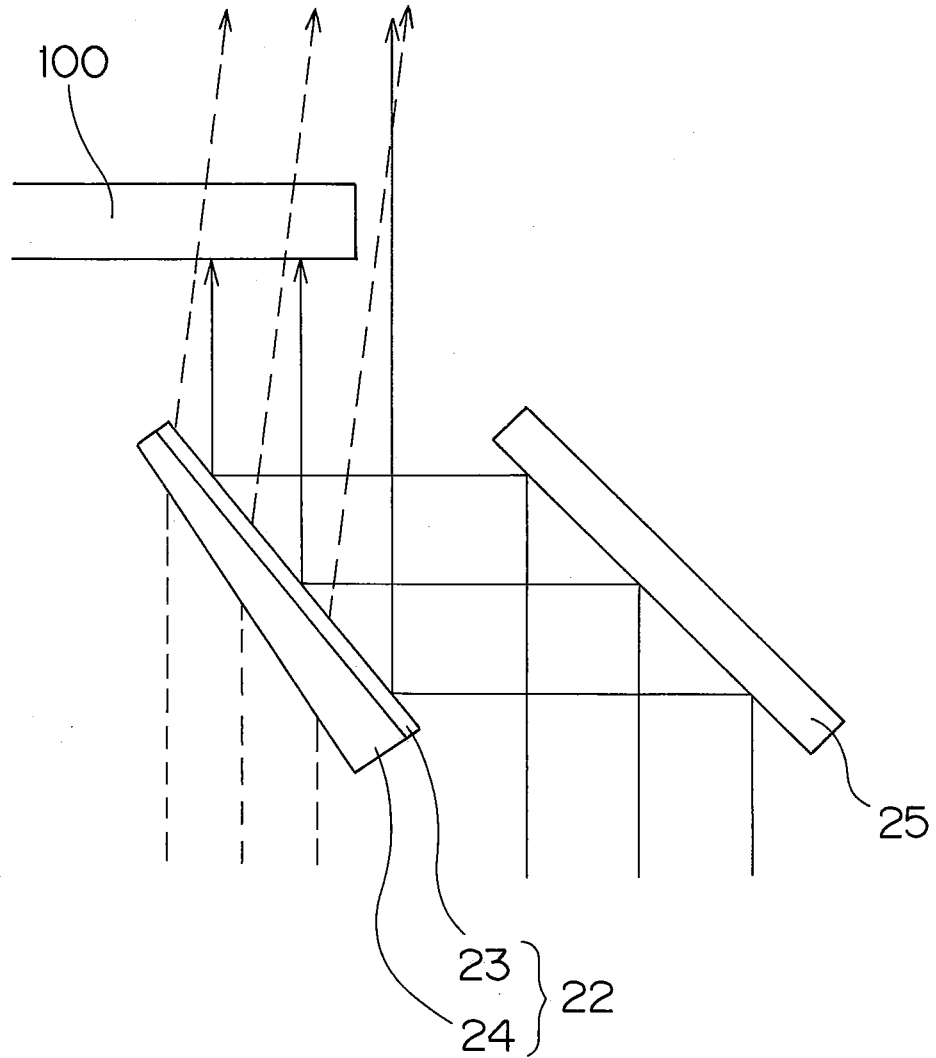
[図5]



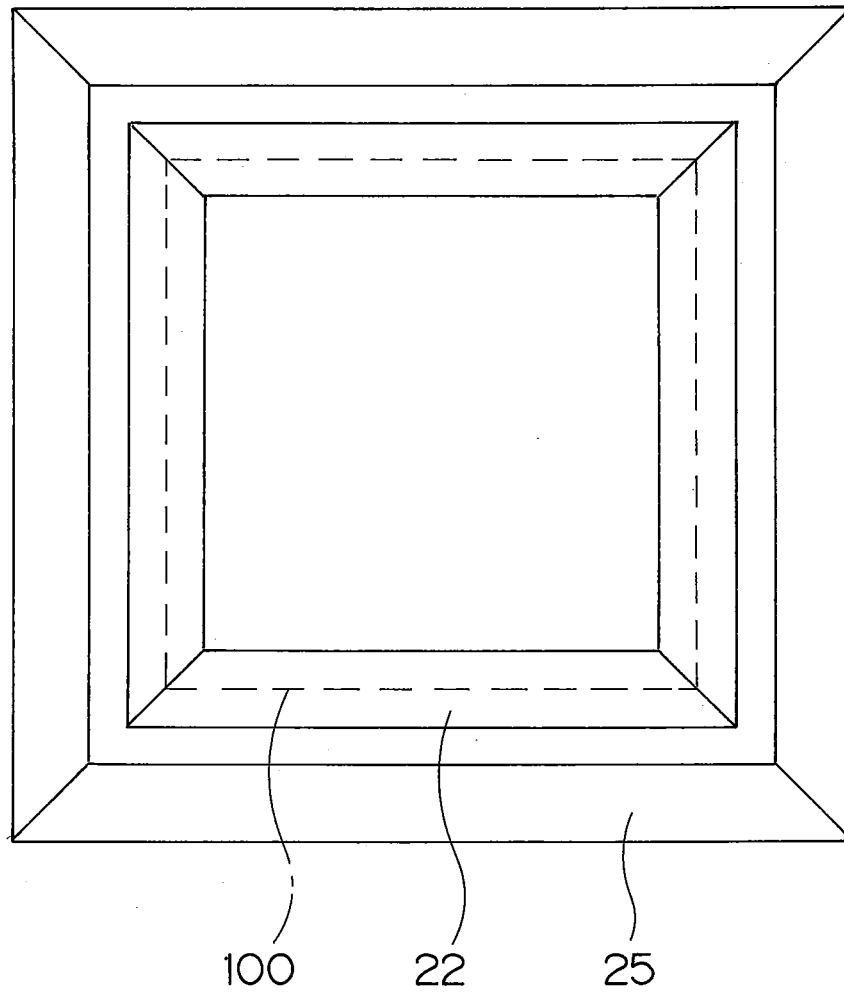
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/072601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(2006.01) i, G01B11/24(2006.01) i, 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)

G01N21/84-21/958, G01B11/24, H01L31/04, H01L21/66

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-054377 A (CCS Inc.), 11 March 2010 (11.03.2010), abstract (Family: none)	1-7
A	JP 2007-303829 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text; all drawings & US 2007/0257192 A1 & EP 1855103 A2 & CN 101071107 A & NO 20072102 A	1-7
A	JP 2010-256053 A (ViSCO Technologies Corp.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraphs [0001], [0020]; fig. 4 (Family: none)	1-7

☒ 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
04 October, 2012 (04.10.12)Date of mailing of the international search report
16 October, 2012 (16.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/072601

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-537217 A (Icos Vision Systems NV), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0034] to [0038]; fig. 3 & US 2011/0123091 A1 & EP 2198279 A & WO 2009/027517 A1 & KR 10-2010-0056545 A & CN 101796398 A & AT 533043 T & ES 2376394 T	1-7
A	JP 2007-294604 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), abstract (Family: none)	1-7
A	JP 2006-292419 A (CKD Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraphs [0089] to [0101]; fig. 15 to 16 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/956(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, 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（I P C））

Int.Cl. G01N21/84-21/958, G01B11/24, H01L31/04, H01L21/66

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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）

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 請求項の番号
A	JP 2010-054377 A (シーシーエス株式会社) 2010.03.11, 【要約】（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2007-303829 A (三菱電機株式会社) 2007.11.22, 全文、全図 & US 2007/0257192 A1 & EP 1855103 A2 & CN 101071107 A & NO 20072102 A	1-7
A	JP 2010-256053 A (ヴィスコ・テクノロジーズ株式会社) 2010.11.11, 【0001】、【0020】、図4（ファミリーなし）	1-7

☒ 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

0 4 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

豊田 直樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

2 W

3 7 2 0

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 請求項の番号
A	JP 2010-537217 A (イコス・ビジョン・システムズ・エヌバイ) 2010.12.02, 【0034】-【0038】、図3 & US 2011/0123091 A1 & EP 2198279 A & WO 2009/027517 A1 & KR 10-2010-0056545 A & CN 101796398 A & AT 533043 T & ES 2376394 T	1-7
A	JP 2007-294604 A (株式会社東京精密) 2007.11.08, 【要約】 (フ ァミリーなし)	1-7
A	JP 2006-292419 A (シーケーディ株式会社) 2006.10.26, 【008 9】-【0101】、図15-16 (ファミリーなし)	1-7