(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
2012 年 9 月 13 日(13.09.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/121039 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 31/26 (2006.01) *H01L 31/04* (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054723

(22) 国際出願日: 2012 年 2 月 27 日(27.02.2012)

(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 2011-049005 2011 年 3 月 7 日(07.03.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中　充浩 (TANAKA, Mitsuhiro).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目２番７号　中之島セントラルタワー Osaka (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, 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.

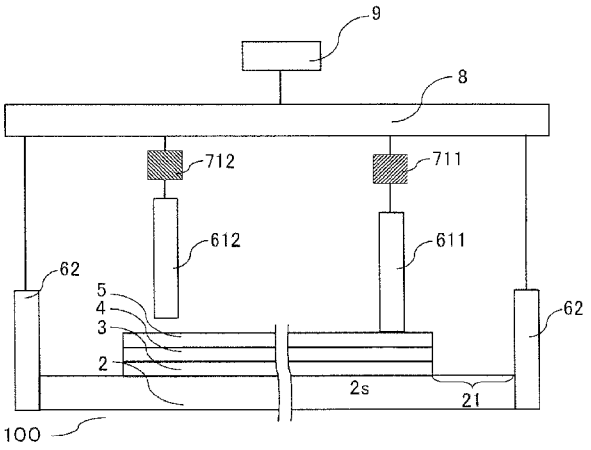
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: DEVICE FOR INSPECTING THIN-FILM SOLAR CELL, METHOD FOR INSPECTING THIN-FILM SOLAR CELL, METHOD FOR PRODUCING THIN-FILM SOLAR CELL, AND SYSTEM FOR PRODUCING THIN-FILM SOLAR CELL

(54) 発明の名称 : 薄膜太陽電池の検査装置、薄膜太陽電池の検査方法、薄膜太陽電池の製造方法、および薄膜太陽電池の製造システム

[図1]



(57) **Abstract**: When inspecting the insulation performance of thin-film solar cells, there has been the problem of not knowing the location of insulation defects. Thus, there has been the problem that it has not been possible to eliminate the causative agents of insulation defects in light of having identified the location of insulation defects, and the production characteristics of thin-film solar cells did not rise. This device (K1) for inspecting thin-film solar cells is characterized by a terminal being divided into a plurality of individual terminals, each of which is provided with a moving mechanism (711-738), and each of the individual terminals being caused to make contact. Using the inspection device, it is possible to identify locations of insulation defects by inspecting the insulation performance of a thin-film solar cell.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/121039 A1

薄膜太陽電池の絶縁性能の検査において、絶縁不良部の箇所がわからないという問題があった。よって、絶縁不良部の箇所を特定した上で絶縁不良原因物の除去を行うことができず、薄膜太陽電池の生産性があがらないという問題があった。本発明に係る薄膜太陽電池の検査装置（Ｋ１）は、端子が複数の個別端子に分割され、かつそれぞれが移動機構（７１１～７３８）を備えており、個別端子それぞれを当接させることを特徴としている。この検査装置を用いて、薄膜太陽電池の絶縁性能の検査を行うことにより、絶縁不良部の箇所を特定することができる。

明　細　書

発明の名称 ：

薄膜太陽電池の検査装置、薄膜太陽電池の検査方法、薄膜太陽電池の製造方法、および薄膜太陽電池の製造システム

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜太陽電池の検査装置、薄膜太陽電池の検査方法、薄膜太陽電池の製造方法、および薄膜太陽電池の製造システムに関する。

背景技術

[0002] 薄膜太陽電池は、半導体材料を利用した光電変換素子に太陽光等の光を入射させることによって、光電変換素子の正極と負極との間に起電力を生じさせるものである。薄膜太陽電池モジュールは、屋外に設置されることが多く、雨に打たれるなどしても漏電が生じないよう、光電変換素子と他の部材との間での絶縁性能が求められている。本願において、薄膜太陽電池とは、基板上に、少なくとも透明電極層、半導体層及び裏面電極層を有する構造をもつものを示しており、光電変換素子とは、透明電極層、半導体層及び裏面電極層からなる素子を示している。薄膜太陽電池モジュールとは、薄膜太陽電池を封止した状態を示している。

[0003] 薄膜太陽電池の周辺部分に金属フレームを取り付けた薄膜太陽電池モジュールを製造する場合、規格の一つであるＩＥＣ６１７３０によれば、例えばシステム電圧が１０００Ｖの場合に、８．４ｍｍ以上の絶縁部分を光電変換素子部と金属フレームとの間に設けなければならないことが規定されている。

[0004] 特開２００８－１０９０４１号公報（特許文献１）に、薄膜太陽電池の一般的な構造が示されている。図２６は薄膜太陽電池の平面図であり、図２７は薄膜太陽電池の端部近傍の拡大断面図である。特許文献１に示された薄膜太陽電池１０００は、絶縁基板１００２の周縁部に絶縁基板が露出する領域１０２１（特許文献１では、絶縁部分）が存在する構造となっている。絶縁

基板が露出する領域１０２１を形成する方法として、絶縁基板１００２の上に、透明電極層１００３、半導体層１００４、裏面電極層１００５を形成した後、レーザ光により透明電極層１００３、半導体層１００４及び裏面電極層１００５の一部を除去することで、絶縁基板を露出させる方法が開示されている。絶縁基板が露出する領域１０２１は、薄膜太陽電池モジュールを製造したとき、光電変換素子部と金属フレームとの間の絶縁部分の一部になる箇所であり、本来ならば絶縁基板上に何も存在しない状態となっているべきであるが、実際には、レーザ光で各層の除去を行っても、何らかの材料の残渣が存在することがある。残渣があると、太陽電池モジュールとしたとき、光電変換素子と金属フレーム等の部材との間で十分な絶縁性能が得られなくなる。

[0005] このように、薄膜太陽電池モジュールは、設計上、絶縁部分を設けるだけでは十分とはいえず、実際に検査を行い、絶縁性能を確認する必要がある。薄膜太陽電池の周辺部分に金属フレームを装着した後に、絶縁性能を測定して不適合品を見つけるより、製造工程のより早い段階で絶縁性能の検査を行って不適合品を見つけるほうが、生産効率の向上という点からは望ましい。不適合品については以降の製造工程を施さずに済むためである。

[0006] 薄膜太陽電池に金属フレームを装着する前の段階での、絶縁性能の検査方法のひとつとして、特開２００５－２３６０５１号公報（特許文献２）があげられる。透明支持基板と、光電変換素子と、金属薄膜を樹脂薄膜で挟みこんでなる防湿シートとを、この順番で積層してなる薄膜太陽電池モジュール（特許文献２では、光電変換パネル）の検査方法であって、薄膜太陽電池モジュールの絶縁性能の検査を、光電変換素子の回路と、防湿シートの金属薄膜との間の絶縁性能を検査することによって行う検査方法が開示されている。この方法を用いれば、薄膜太陽電池に金属フレームを装着する前の段階で不適合品を発見できる。光電変換素子と光電変換パネルを覆っている防湿シート中の金属薄膜を電極材料として利用して、絶縁性能を測定しているので、太陽電池モジュール本体の表面全体についての絶縁性能の検査を容易、か

つ迅速に行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００８－１０９０４１号公報

特許文献2：特開２００５－２３６０５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来の表面全体についての絶縁性能の検査を行う方法では、全体測定しか行っていないため、絶縁不良部が有るか無いかは判断できるものの、絶縁不良部のおおよその位置もわからないという問題があった。

[0009] 本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、薄膜太陽電池の周縁部の絶縁性能の検査において、絶縁不良部の箇所を特定することである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、本発明の薄膜太陽電池の検査装置、薄膜太陽電池の検査方法、薄膜太陽電池の製造方法、薄膜太陽電池の製造システムは、以下の構成を採用する。

[0011] すなわち、ある実施の形態に従うと、薄膜太陽電池の検査装置は、絶縁基板と、絶縁基板上に順次積層させた透明電極層、半導体層、裏面電極層とを含み、絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域を有する薄膜太陽電池の検査装置である。薄膜太陽電池の検査装置は、透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子と、絶縁基板が露出する領域又は絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子と、第１端子と第２端子との間に電圧を印加する電圧印加部と、第１端子と第２端子との間に流れる電流を検出する電流検出部と、移動機構とを備える。第１端子または第２端子の少なくとも一方は、複数の個別端子に分割される。移動機構は、個別端子をそれぞれ移動させる。

[0012] 他の実施の形態に従うと、薄膜太陽電池の検査装置は、絶縁基板と、絶縁基板上に順次積層させた透明電極層、半導体層、裏面電極層とを含み、絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域を有する薄膜太陽電池の検査装置である。薄膜太陽電池の検査装置は、透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子と、絶縁基板が露出する領域又は絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子と、第１端子の当接する箇所と第２端子の当接する箇所との間であって、絶縁基板が露出する領域に当接する第３端子と、第１端子、第２端子及び第３端子のうちの２つの端子の間に電圧を印加する電圧印加部と、電圧を印加した端子間に流れる電流を検出する電流検出部と、移動機構とを備える。第３端子は、複数の個別端子に分割される。移動機構は、個別端子をそれぞれ移動させる。

[0013] 好ましくは、薄膜太陽電池の検査装置において、個別端子は、絶縁基板の辺毎に分割されている。

[0014] 好ましくは、薄膜太陽電池の検査装置において、第１端子、第２端子、第３端子の少なくとも１つの端子は、絶縁基板の少なくとも１つの辺において、辺の長さ方向に対し複数に分割されている。

[0015] さらに他の実施の形態に従うと、薄膜太陽電池の検査方法は、絶縁基板と、絶縁基板上に順次積層させた透明電極層、半導体層、裏面電極層とを含み、絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域を有する薄膜太陽電池を検査装置が検査するための検査方法である。検査装置は、透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子と、絶縁基板が露出する領域又は絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子とを備える。第１端子、第２端子の少なくとも一方の端子は複数の個別端子に分割され、移動機構によりそれぞれ移動するものである。検査方法は、個別端子の１つを、当接させる当接工程と、当接した端子に対応する端子を、当接させる当接工程と、当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程とを有する。

[0016] さらに他の実施の形態に従うと、薄膜太陽電池の検査方法は、絶縁基板と、絶縁基板上に順次積層させた透明電極層、半導体層、裏面電極層とを含み

、絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域を有する薄膜太陽電池を検査装置が検査するための検査方法である。検査装置は、透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子と、絶縁基板が露出する領域又は絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子と、第１端子が当接する箇所と第２端子が当接する箇所の間であって、絶縁基板が露出する領域に当接する第３端子とを備える。第３端子は複数の個別端子に分割され、移動機構によりそれぞれ移動するものである。検査方法は、個別端子の１つを、当接させる当接工程と、当接する端子に対応する第１端子または第２端子を当接させる当接工程と、当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程とを有する。

[0017] 好ましくは、薄膜太陽電池の検査方法は、個別端子すべてを当接させる当接工程と、個別端子と対応する端子を当接させる当接工程と、当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程と、検査結果を予め保持する基準値と比較し、個別端子を個別に当接させるか否かを判断する判断工程と、判断工程の結果に応じて個別端子を個別に当接させる当接工程とをさらに有する。

[0018] 好ましくは、薄膜太陽電池の製造方法は、絶縁基板と、絶縁基板上に順次積層された透明電極層、半導体層、裏面電極層と、絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域を有する薄膜太陽電池に対して、本発明にかかわる薄膜太陽電池の検査方法によって検査を行う検査工程を有する。

[0019] 好ましくは、薄膜太陽電池の製造方法は、絶縁不良原因物を除去する除去工程を有する。除去工程は、検査工程の結果に基づいて実施される。

[0020] 好ましくは、薄膜太陽電池の製造システムは、本発明にかかわる薄膜太陽電池の検査装置と、絶縁基板の周縁部の絶縁基板が露出する領域に存在する絶縁不良原因物を除去する除去装置を含む薄膜太陽電池の製造システムであって、検査装置からの検査情報に基づいて、除去装置の制御部が処理部を制御する。

[0021] 上記構成によれば、薄膜太陽電池の絶縁基板の周縁部の絶縁性能の検査に

おいて、絶縁不良部がある箇所を特定することができるという効果を奏する。

[0022] この発明の上記および他の目的、特徴、局面および利点は、添付の図面と関連して理解されるこの発明に関する次の詳細な説明から明らかとなるであろう。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置を示す図である。

[図2]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池と検査装置の端子とを検査装置の上方からみた図である。

[図3]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の電圧印加される端子の組合せを示す図である。

[図4]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の他の例であって、薄膜太陽電池と検査装置の端子とを検査装置の上方からみた図である。

[図5]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の他の例を示す図である。

[図6]本発明の第１の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の他の例を示す図である。

[図7]本発明の第２の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置を示す図である。

[図8]本発明の第２の実施形態における薄膜太陽電池と検査装置の端子とを検査装置の上方からみた図である。

[図9]本発明の第２の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の他の例であって、薄膜太陽電池と検査装置の端子を検査装置の上方からみた図である。

[図10]本発明の第３の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置を示す図である。

[図11]本発明の第３の実施形態における薄膜太陽電池と検査装置の端子とを

検査装置の上方からみた図である。

[図12]本発明の第３の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の電圧印加される端子の組合せを示す図である。

[図13]本発明の第３の実施形態における薄膜太陽電池の検査装置の他の例であって、薄膜太陽電池と検査装置の端子とを検査装置の上方からみた図である。

[図14]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の端子の他の例を示す図である。

[図15]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の端子の他の例を示す図である。

[図16]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の端子の他の例を示す図である。

[図17]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の他の例を示す図である。

[図18A]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の他の例として、第２端子を絶縁基板の端面から当接させた場合を示す図である。

[図18B]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の他の例として、絶縁基板の主表面から当接させた場合を示す図である。

[図19]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の他の例を示す図である。

[図20]本発明の薄膜太陽電池の検査装置の他の例を示す図である。

[図21]本発明の第４の実施形態における薄膜太陽電池の検査工程を示す図である。

[図22]本発明の第４の実施形態における薄膜太陽電池の検査工程の他の例を示す図である。

[図23]本発明の第５の実施形態における薄膜太陽電池の検査工程を示す図である。

[図24]本発明の第６の実施形態における薄膜太陽電池の製造工程を示す図である。

[図25]本発明の第６の実施形態における薄膜太陽電池の製造システムを示す図である。

[図26]従来技術に基づく薄膜太陽電池の平面図である。

[図27]従来技術に基づく薄膜太陽電池の外周絶縁領域の拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0025] 〔第１の実施形態〕

第１の実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置は、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。

[0026] 図１は、本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置の説明図である。本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置は、薄膜太陽電池１００に対して、絶縁基板が露出する領域２１の絶縁性能を検査するための検査装置である。尚、薄膜太陽電池１００は、主表面２ｓを有する絶縁基板２と、絶縁基板２の主表面２ｓに順次積層された透明電極層３、半導体層４、裏面電極層５からなる光電変換素子とを含み、絶縁基板２の周縁部に、絶縁基板２の主表面２ｓが露出する絶縁基板が露出する領域２１を有する。

[0027] 検査装置は、裏面電極層５に当接させるための複数の個別端子である第１端子６１１、６１２と、絶縁基板の外周端に当接させるための第２端子６２と、第１端子６１１、６１２それぞれを移動させる移動機構７１１、７１２と、第１端子と第２端子の間に電圧を印加するための電圧印加部８と、電圧印加部８によって電圧を印加した２つの端子の間に流れる電流を検出する電流検出部９とを備える。絶縁基板の外周端とは、絶縁基板の端面のことである。移動機構とは、端子と検査対象物を互いに当接または離間させる機構であり、基板の主表面２ｓに対し、垂直方向に動く場合のみを表すものではなく、角度をもって動く場合も含まれる。

[0028] 個別端子の１つである第１端子６１１が裏面電極層５に当接しているときには、もう１つの個別端子である第１端子６１２は離間し、第１端子６１２が裏面電極層５に当接しているときには、第１端子６１１を離間させるように、検査装置は、移動機構７１１及び７１２を用いる。すなわち、第１端子

は２つあるが、電圧を印加する際に裏面電極層５に当接している第１端子は１つということになる。なお、図１における電圧印加部８及び電流検出部９は、模式的に示したものである。電圧印加部８及び電流検出部９は、第１端子６１１と６１２に、それぞれ個別に対応して２つあってもよく、１つの電圧印加部８及び電流検出部９を、分岐された導電配線にて２つの第１端子の両方に接続し、共有していてもよい。共有としたほうが、検査装置の部品を減らすことができ、装置の低コスト化が可能となるため望ましい。

[0029] 図２は、薄膜太陽電池と検査装置の端子とを、検査装置の上方からみた場合の平面模式図である。裏面電極層に当接させるための第１端子は、第１端子６１１と第１端子６１２の２つから構成されており、絶縁基板の外周端に当接させるための第２端子６２は、絶縁基板の外周端に沿って一体に構成されている。図２中のＡ－Ａ´断面を示したものが図１に該当する。第１端子６１１と第２端子６２との距離ｔ１は、約１２ｍｍである。

[0030] なお、絶縁基板が露出する領域を２１１と２１２とに分離して示しているが、これは後で本実施形態の効果を説明するための便宜上のものであり、実際の絶縁基板上で分離されているわけではない。

[0031] 移動機構は、第２端子６２にも付いていてもよい。検査装置は、第２端子６２に移動機構を設けることで、第２端子を、薄膜太陽電池の裏面電極層側から絶縁基板外周端に、当接させることができる。また、検査装置は、第２端子に、基板の端面側から絶縁基板外周端に当接するように、左右に動く機構を設けてもよい。

[0032] 図３は、電圧印加される異なる端子の組合せの説明図である。図１と同様に、図２中のＡ－Ａ´断面を示したものが図３に該当する。検査装置が、第１端子６１１または６１２のいずれかを裏面電極５に当接させることによって、電圧印加部８は、組合せＣ１、Ｃ２に電圧を印加することができる。検査装置は、第１端子６１１と第２端子６２との間、または第１端子６１２と第２端子６２との間に、電圧を印加し、２つの端子の間に流れる電流を検出することで、絶縁性能を検査することができる。すなわち、第１端子が一体

物ではなく、２つに分割されているため、検査装置は、図２で示した周縁部の絶縁基板が露出する領域２１１もしくは２１２のどちらの領域に絶縁不良部があるかを特定することができる。

[0033] 図４は、第１の実施形態の変形例に係る薄膜太陽電池と検査装置の端子とを、検査装置の上方からみた場合の平面図である。図４は、図２と異なり、第１端子が辺の数に対応して４個に分割されている。個別端子である第１端子６１３、６１４、６１５及び６１６のそれぞれに移動機構がついているため、検査装置は、辺ごとに絶縁性能を検査することができる。このような薄膜太陽電池の検査装置は、絶縁基板が露出する領域のどの辺に絶縁不良部があるかを特定することができる。

[0034] 端子を細かく分割すればするほど、検査装置は、絶縁不十分な箇所をより正確に特定することが可能となる。しかし、端子の分割は、検査装置の複雑化を伴うため、双方のバランスを考えると、絶縁性能が不十分な辺を特定できる検査装置が望ましい。例えば、三角形の薄膜太陽電池であれば、第１端子は３個に分割することが望ましい。いいかえると、端子は、絶縁基板の各辺に対応して辺の数に分割されていることが望ましい。

[0035] 図５は、第１の実施形態の変形例に係る薄膜太陽電池の検査装置である。ここでは、図１と同じ薄膜太陽電池の検査装置を用いているものの、第２端子６２ａが、絶縁基板の周縁部の絶縁基板が露出する領域２１の主表面２ｓで当接する例を示す。第１端子６１７は、図１と同じように、移動機構７１７により透明電極層３に当接する。検査装置は、第２端子６２ａを絶縁基板２の主表面２ｓで当接させることで、第１端子６１７と第２端子６２ａとの距離を短くすることができるため、より精度よく絶縁性能を測定することが可能となる。

[0036] 図６は、第１の実施形態の変形例に係る薄膜太陽電池の検査装置である。ここでは、図１と同じ薄膜太陽電池の検査装置を用いているものの、第１端子６１８が、移動機構７１８により透明電極層３に当接する例を示す。ここまでに示した例とは、薄膜太陽電池の透明電極層３が、光電変換層４及び裏

面電極層５よりも外周側へ突出している点で異なる。この点以外については同じであり、第１端子６１８を透明電極層３に当接させても、同じ作用・効果が得られる。第１端子は、光電変換素子と電気的につながれば良いので、透明電極層と裏面電極層のどちらに接していてもよい。言い換えれば、第１端子は、少なくとも端子の一部が薄膜太陽電池の電極に当接していればよいことになる。

[0037] 周辺部において、透明電極層が、半導体層及び裏面電極層より突出した構造の薄膜太陽電池の場合、検査装置は、第１端子を透明電極層に当接させたほうが、第１端子と第２端子との距離が短くなるため、精度よく絶縁性能を測定することができる。また、裏面電極層に負荷をかけると光電変換素子の半導体層にキズができ、透明電極層と裏面電極層との間で短絡がおきる可能性がある。短絡を避けるために、透明電極層に端子を接触させるほうが望ましい。

[0038] 薄膜太陽電池の構造として、すべての辺において透明電極層が突出した構造をとっていない場合、検査装置は、突出した構造をとっている辺では第１端子を透明電極層に当接させ、それ以外の辺では裏面電極層に当接させればよい。その理由は、光電変換素子の半導体層にキズができることによる、透明電極層と裏面電極層との間の短絡を避けることができるためである。尚、検査対象とする薄膜太陽電池は、必ずしも透明電極層、半導体層、裏面電極層のすべてが形成された光電変換素子として完成されたものである必要はなく、未完成のものであってもよい。このことは、他の実施形態においても同様である。

[0039] 〔第２の実施形態〕

第２の実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置は、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。第２の実施形態に係る検査装置が、第１の実施形態と異なる点は、第１端子が一体型である点、第２端子が分割されかつ移動機能を備えている点である。

[0040] 図７は、複数の個別端子である第２端子６２１、６２２を含み、それぞれ

の個別端子が移動機構７２１、７２２を含む検査装置によって、薄膜太陽電池の検査を行う場合の説明図である。第１端子６１は一体型である。

[0041] 図８は、図７に示された薄膜太陽電池の検査装置の端子を検査装置の上側からみた場合の説明図である。図８のＢ－Ｂ´断面が、図７に対応する。第２の実施形態に係る検査装置が第１の実施形態の検査装置と異なるのは、分割する端子の種類のみであり、作用・効果は同じである。また、第１端子、第２端子の両方が分割されていても、作用・効果は同じである。

[0042] 図９は、第２の実施形態の変形例に係る薄膜太陽電池の検査装置の端子を、検査装置の上側からみた場合の平面図である。第２端子は辺の数に対応して４個に分割されている。複数の個別端子である第２端子６２３、６２４、６２５及び６２６のそれぞれに移動機構がついているため、本実施形態に係る検査装置は、辺ごとに絶縁性能を検査することができる。

[0043] また、第１の実施形態で、図４を用いて説明した例との違いは、分割している端子が第１端子か、第２端子かという点のみであり、作用および効果は、図４を用いて説明した場合と、同様である。したがって、薄膜太陽電池の絶縁基板の各辺に対応して、辺の数に分割される検査装置の端子は、第１端子または第２端子のいずれでもよいし、第１端子と第２端子の両方でもよい。

[0044] 〔第３の実施形態〕

第３の実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置は、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。第３の実施形態に係る検査装置が、第１の実施形態に係る検査装置と異なる点は、第１端子および第２端子が一体型である点、第３端子を設けている点、かつ第３端子が複数の個別端子に分割されそれぞれに移動機構を備えている点である。

[0045] 図１０は、本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置の説明図である。

検査装置は、裏面電極層５に当接させるための第１端子６１と、絶縁基板の外周端に当接させるための第２端子６２と、絶縁基板が露出する領域２１に当接させる個別端子である第３端子６３１、６３２と、第３端子６３１、

６３２それぞれを移動させる移動機構７３１、７３２と、電圧印加部８１と、端子間に流れる電流を検出する電流検出部９１とを備えている。電圧印加部８１は、第１端子６１、第２端子６２、第３端子６３１、第３端子６３２の３種類、計４個の端子の中から選択される２つの端子の間に、電圧を印加する。検査装置は、第３端子６３１が、絶縁基板が露出する領域２１に当接しているときには、第３端子６３２は離間し、第３端子６３２が当接しているときには、第３端子６３１は離間するように、移動機構７３１及び７３２を用いる。第１端子６１、第２端子６２のそれぞれ又は両方には、移動機構がついていてもよい。なお、図１０における電圧印加部８１及び電流検出部９１は、模式的に示したものである。

[0046] 図１１は、第３の実施形態に係る薄膜太陽電池の検査装置の端子を、検査装置の上側からみた場合の平面図である。絶縁基板が露出する領域２１に当接する第３端子は、第３端子６３１と第３端子６３２の二つに分割されており、第１端子６１および第２端子６２は一体型である。第１端子６１と第３端子６３１との距離ｔ２は５ｍｍ、第３端子６３１と第２端子６２との距離ｔ３は６ｍｍである。第３端子６３１の幅は１ｍｍである。図１１中のＣ－Ｃ´断面を示したものが図１０に該当する。

[0047] 検査装置は、第３端子６３１または第３端子６３２のいずれか一方のみ絶縁基板が露出する領域２１に当接させることにより、絶縁基板の周縁部のどの箇所に絶縁不良部があるのかを知ることができる。

[0048] 図１２は、電圧印加される端子の組合せの説明図である。第３端子６３１または６３２のいずれかを領域２１に当接させることによって、電圧印加部８１は、組合せＣ１、Ｃ２、Ｃ３、Ｃ２´、Ｃ３´に電圧を印加することができる。検査装置は、これらの端子の組合せすべてに電圧を印加し、電流を測定することが望ましいが、必須要件ではない。

[0049] 検査装置は、組み合わせＣ１およびＣ２の両方に順に電圧を印加することで、よりきめ細かく絶縁不良部の箇所を特定することができる。加えて、検査装置は、組み合わせＣ３にも電圧を印加することでさらにきめ細かく検査

することができ、絶縁検査の精度をあげることができる。また、十分な絶縁がとれない場所が予測できる場合、絶縁検査を行う箇所が決まっている場合等、基板の周縁部すべてを検査する必要がない場合は、検査装置は、測定に用いる端子を選択してもよい。

[0050] 図１１には、第３端子が長方形の枠から２つに分割された場合について示したが、第３端子が、絶縁基板の各辺に対応して、４個に分割されていてもよい。第３端子が、各辺に対応して分割されていることで、検査装置は、絶縁不良部の存在する箇所を特定することが可能となるため、絶縁不良を除去するための装置が、効率よく絶縁不良部の除去を行うことが可能となる。

[0051] 図１３は、第３の実施形態の変形例に係る薄膜太陽電池の検査装置である。薄膜太陽電池の検査装置の第３端子が、複数の個別端子に分割され、各辺に対し平行に複数存在している。各辺に対し平行に２つずつ合計８個の第３端子６３４ａ、６３４ｂ、６３５ａ、６３５ｂ、６３６ａ、６３６ｂ、６３７ａ、及び６３７ｂが存在している。第１端子６１および第２端子６２は一体型である。第１端子６１と第３端子６３４ａとの距離ｔ４は３ｍｍ、第３端子６３４ａと第３端子６３４ｂとの距離ｔ５は３ｍｍ、第３端子６３４ｂと第２端子６２との距離ｔ６は４ｍｍとした。第３端子の幅は１ｍｍである。

[0052] 基板周縁部の絶縁基板が露出する領域の幅が許す範囲内で、各辺に対し平行に存在する第３端子の数を増やせば増やすほど、検査装置は、精度よく絶縁性能の不十分な箇所の特定をすることができる。ただし、第３端子の数を多くしすぎると検査装置の構造が煩雑になることから、第３端子の数は２個程度がよい。

[0053] 第３の実施形態においては、第３端子が移動する場合について述べたが、あわせて第１端子、第２端子のいずれか又は両方が個別に分割され、移動機構をもっていてもよい。検査装置は、第１端子および第３端子の移動を同時に行えるように、共通の移動機構をもっていてもよい。これらを共通化することにより、装置構造が簡素化され、装置コストを削減することができると

ともに、装置メンテナンス負荷軽減の効果が得られる。

[0054] 以下に、第１から第３の実施の形態に適用できる端子の分割例、形状の例等について説明する。

[0055] 図１４から図１６は、第１端子、第２端子及び第３端子の分割の例である。これらの例は、第１の実施形態から第３の実施形態のいずれにおいても、用いることができる。

[0056] 図１４または図１５に示すように、端子は各辺の中で２分割、あるいは、４分割された形状でもよい。図１４および図１５は、すべての辺において端子が同じ数に分割されている形態を例示しているが、本発明はそれに限定されず、それぞれの辺の端子がそれぞれ異なる数に分割されていてもよい。

[0057] また、図１６に示すように、検査装置は、円柱状の端子を並べるものであってもよい。端子は、円柱ではなく、角柱であってもよい。また、端子は、基板のすべての辺にそって同じ形状をしている必要はなく、これまで示した例の組合せでもよい。

[0058] 端子が、長方形の枠状のものから細かく分割されており、かつ、それぞれに移動機構を備えている検査装置は、薄膜太陽電池の絶縁基板の周縁部で、絶縁不良部の箇所をより詳細に特定することができる。

[0059] 一例として、絶縁性能が十分に得られない辺が予測されている状況においては、その辺に対応する端子のみ細かく分割した検査装置を用いて、さらに絶縁不良部を詳細に特定することも可能である。検査装置は、絶縁不良部の箇所を特定することで、どの工程で問題がおきているのかを推定することができるため、製造工程の不良発生原因をつきとめることにつなげることもできる。

[0060] 図１７は、第１端子が、各辺に対応するように辺の数の個別端子に分割されており、第２端子は、構造上は分割されているが、絶縁基板に当接させたときには端子同士は接している場合の説明図である。図１７に示された構成は、第１の実施形態から第３の実施形態のいずれにおいても、用いることができる。

[0061] 各辺に対応するように、第１端子６１９ａ、６１９ｂ、６１９ｃ、６１９ｄ及び第２端子６２９ａ、６２９ｂ、６２９ｃ、６２９ｄが存在する。第１の実施の形態において、図４を用いて示した例と異なる点は、第２端子が構造上は４個に分割されているものの、４個とも絶縁基板に当接させた場合、隣接する端子同士が接する点である。構造上は分割した構造とすることで、一体型の端子よりも、メンテナンスが容易であり、端子が破損した場合も、一部の交換で対応することが可能となる。

[0062] 図１７では、第２端子の場合について述べた。他の局面において、構造上は分割され、当接したときに隣接する端子同士が接するのは、第１端子でもよく、第１端子と第２端子の両方でもよい。

[0063] 図１８Ａと図１８Ｂとを用いて、薄膜太陽電池の絶縁基板２の端部が半円形状となっている場合に、第２端子が当接する箇所について説明する。図１８Ａおよび図１８Ｂに示された構成は、第１の実施形態から第３の実施形態のいずれにおいても用いることができる。

[0064] 検査装置は、端部が半円形状になっている基板に対して第２端子６２７を絶縁基板２に当接させる場合、図１８Ａに示すように、第２端子６２８を絶縁基板２の端面に当接させることによって、確実に真の端に当接させることが可能となる。これに対し、図１８Ｂのように、絶縁基板２の主表面上に、第２端子６２７を当接させようとすると、主表面２ｓが平坦な部分に当接せざるを得なくなり、検査装置は、真の端部から距離Ｄだけ内側で測定することになる。

[0065] 図１８Ａおよび図１８Ｂには、絶縁基板の端部が半円形状となっている場合を示したが、半円形状に限定されるものではない。例えば、薄膜太陽電池の場合、絶縁基板としてガラス基板を用いることが多く、その場合、製造工程における安全性の観点から端部は面取りを行っている。面取りを行ったガラス基板を用いる場合には、確実に真の端に当接することができるという観点から、検査装置は、図１８Ａのように第２端子を側面から当接させることが望ましい。

[0066] 薄膜太陽電池が理想的な状態であれば、絶縁基板の端面には、導電性のあるものは存在しないはずである。しかしながら、透明電極層、裏面電極層の形成過程において、基板端面に導電膜が積層されていることがある。より具体的には、薄膜太陽電池の透明電極層として一般的に使用されているSnO_2の成膜時の絶縁基板端面への回り込み、裏面電極層として用いられているＡｇ、ＡｌＩ等の金属層、半導体層と金属層との間に成膜することのあるＺｎＯ等の透明導電膜の成膜時の回り込みがある。検査装置が、端面の状態も含めてより精度よく絶縁性能を測定するという観点からも、第２端子は、側面から当接させることが望ましい。

[0067] また、検査装置は、第２端子を絶縁基板の端面に対し側面から当接させることにより、絶縁基板の位置を安定させることができる。したがって、基板を固定させるための部材を別に用意する必要がなく、検査装置の低コスト化という効果が得られる。

[0068] 図１９は、本実施形態に係る検査装置の端子の形状の一例を示す図である。図１９に示された構成は、第１の実施形態及び第２の実施形態で用いることができる。

[0069] 検査端子は、第１端子と第２端子とが別の形状であってもよい。例えば、図１９に示したように、第１端子６１９ｅは棒状であって、第２端子６２９ｅは長く延在する板状の形状であってもよい。検査装置は、第１端子として、棒状のものを基板の主表面２ｓに対し垂直な方向から裏面電極に当接させ、第２端子として絶縁基板の各辺に平行に配置した長く延在する板状の形状の端子を、薄膜太陽電池の絶縁基板の各辺に沿って複数ならべ、側方から絶縁基板に当接させている。

[0070] 第１端子が当接するのは、薄膜太陽電池の電極である。したがって、端子が棒状であっても電気的接続は十分に可能であり、棒状とすることで検査装置の複雑化を避けることができる。また、第２端子は長く延在する板状の形状とすることで、絶縁性能の検査測定の測定精度をあげるという効果がある。また、検査装置が側方から第２端子を絶縁基板に当接させることで、検査

装置の基板固定部材が不要になるため、検査装置の部品の数を減らすことが可能となる。

[0071] 図２０は、本実施形態に係る検査装置の端子の形状の一例を示す図である。図２０に示された構成は、第３の実施形態で用いることができる。

[0072] 第１端子６１９ｆは棒状であって、第２端子６２９ｆ及び第３端子６３８ａ、６３８ｂは長く延在する板状の形状である。検査装置は、第３端子を長く延在する板状の形状とすることで、より精度よく測定することが可能となる。その理由は、第３端子が、絶縁基板が露出する領域に接する面積が大きいほど、絶縁性を低下させる要因となる絶縁不良原因物に接する可能性が高くなるためである。検査装置は、第１端子６１９ｆを絶縁基板表面に垂直な方向から薄膜太陽電池の裏面電極層５に当接させ、第２端子６２９ｆを絶縁基板端面に側方から当接させ、第３端子６３８ａ、６３８ｂを絶縁基板表面に垂直な方向から基板周縁の絶縁基板が露出する領域２１に当接させている。

[0073] 図２０における検査装置は、第１端子として各辺に対し２個ずつ計８個配置し、第２端子として各辺に対応するように４個に分割された板状の端子を計４個配置し、第３端子として各辺に対応するように４個に分割された板状の端子を各辺に平行に２個ずつ計８個配置したものである。このように端子が配置された検査装置は、装置の高コスト化を防ぎながら、精度よく測定することが可能となる。

[0074] 〔第４の実施形態〕

第１又は第２の実施形態に係る検査装置を用いた検査方法は、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。

[0075] 図２１は、本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査方法のフロー図である。本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査方法は、薄膜太陽電池に対して、基板周縁部の絶縁部分の絶縁性能の検査を行い、絶縁が不十分な箇所を特定するための検査方法である。

[0076] 図２１に示すように、検査方法は、少なくとも、第１端子のうちの１つを

薄膜太陽電池の電極層に当接させる工程Ｓ１（Ｓはステップを表す。以下同様）と、第２端子を基板外周端に当接させる工程Ｓ２と、当接した端子間に電圧を印加する電圧印加工程Ｓ３と、端子間の電流を検出する電流検出工程Ｓ４と、当接させた第１端子を電極層から離間させる工程Ｓ５と、第１端子の他のひとつを電極層に当接させる工程Ｓ６と、端子間に電圧を印加する電圧印加工程Ｓ７と、端子間の電流を検出する電流検出工程Ｓ８とを含む。ここでは、電圧印加工程Ｓ３および電流検出工程Ｓ４、または電圧印加工程Ｓ７および電流検出工程Ｓ８をあわせて、絶縁性能検査工程とする。

[0077] 工程Ｓ１は、第１端子のうちのひとつが薄膜太陽電池の裏面電極層または透明電極層に当接する工程であり、他の第１端子は離間した状態をさしている。工程Ｓ１とＳ２は、必ずしもこの順番に行われる必要はなく、工程Ｓ２の後に工程Ｓ１が行われてもよい。また、工程Ｓ１と工程Ｓ２とは同時に行われてもよい。ただし、電圧印加工程Ｓ３が行われる前には、電圧印加の対象となる必要な２つの端子が、それぞれ対応する箇所に当接していることが必要である。電圧印加工程Ｓ３と電流検出工程Ｓ４は、端子の異なる組合せごとに複数回行われるものであってもよく、選択される端子の組合せが変わる度に、その前準備として、工程Ｓ１、Ｓ２のうちから必要な工程が行われる。電流検出工程Ｓ４は、電圧印加工程Ｓ３によって印加が開始された後かつ印加が終了する前に行われる。したがって、電圧印加工程Ｓ３が行われている間の一部の時間帯に電流検出工程Ｓ４が行われることになる。このように、検査装置は、複数の端子を個別に当接させて組合せごとに電圧を印加して電流が流れるかどうかを検査することで、絶縁不良が生じている箇所が、基板のどこにあるのかを知ることができる。

[0078] 図２２は、本実地形態に係る薄膜太陽電池の検査方法の他の例である。図２１を用いて示した検査方法と異なる点は、第１端子を個別に当接させるかどうかを判断する工程があるということである。

[0079] 検査方法は、複数の個別端子である第１端子のすべてを電極層に当接させる工程Ｓ１１と、対応する第２端子を基板外周端に当接させる工程Ｓ１２と

、薄膜太陽電池の基板周縁部全体に対して電圧を印加する電圧印加工程Ｓ１３と、端子間に流れる電流を検出する電流検出工程Ｓ１４と、工程Ｓ１４で検出された電流値を予め保持した基準値と比較し、その結果によって複数の個別端子である第１端子をそれぞれ当接させるか否かを判断する判断工程Ｓ１５とを含む。判断工程Ｓ１５では、検出された電流が基準値未満であれば検査を終了し、基準値以上であれば、検査方法における次の工程にすすむと判断する。それは、薄膜太陽電池の周縁部全体に電圧を印加し、検出された電流値が小さければ、検査装置が、絶縁基板が露出する領域において絶縁不良部がないと判断することができるためである。すなわち、検査装置は、端子間の絶縁性能が十分か否かを判断する。より具体的には、検査装置は、第１端子と第２端子の間に６０００Ｖの電圧を印加し、５０μＡ以上の電流が検出されなかったときには、検査終了と判断する。検査装置は、工程Ｓ１１～Ｓ１５の処理を行うことにより、どこで絶縁不良がおきているかを判断する必要がない薄膜太陽電池を選別することができ、無駄な工程をなくすことで、生産効率をあげることができる。

[0080] 判断工程Ｓ１５で、検査装置が、個別端子である第１端子をそれぞれ当接させると判断した場合には、第１端子のひとつを電極層に当接させる工程Ｓ１６と、対応する第２端子を基板外周端に当接させる工程Ｓ１７と、当接した２つの端子間に電圧を印加させる電圧印加工程Ｓ１８と、端子間の電流を検出する電流検出工程Ｓ１９とを行う。

[0081] 薄膜太陽電池の基板周縁部の絶縁性の検査を効率よく行うことができるため、図２１に示した検査方法よりも、図２２に示した検査方法のほうが望ましい。

[0082] 〔第５の実施形態〕

第３の実施形態に係る検査装置を用いた検査方法は、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。

[0083] 図２３は、本実施形態に係る薄膜太陽電池の検査方法のフロー図である。検査方法は、第１端子を薄膜太陽電池の電極層に当接させる、又は第２端子

を基板外周端に当接させる工程Ｓ２１と、個別端子である第３端子のひとつを基板周縁部の絶縁基板が露出する領域に当接させる工程Ｓ２２と、当接した端子の間に電圧を印加する電圧印加工程Ｓ２３と、電圧を印加した２つの端子の間に流れる電流を検出する電流検出工程Ｓ２４と、当接させた第３端子を絶縁基板が露出する領域から離間させる工程Ｓ２５と、第３端子の他のひとつを絶縁基板が露出する領域に当接させる工程Ｓ２６と、端子間に電圧を印加する電圧印加工程Ｓ２７と、端子間の電流を検出する電流検出工程Ｓ２８とを含む。ここでは、電圧印加工程Ｓ２３および電流検出工程Ｓ２４、または電圧印加工程Ｓ２７および電流検出工程Ｓ２８をあわせて、絶縁性能検査工程とする。

[0084] 工程Ｓ２１においては、検査装置は、第１端子を薄膜太陽電池の裏面電極層または透明電極層に当接させる、又は第２端子を基板外周端に当接させる。工程Ｓ２２は、複数の個別端子である第３端子のうちのひとつが、薄膜太陽電池の基板周縁部の絶縁基板が露出する絶縁領域に当接しており、他の第３端子は当接していない状態である。工程Ｓ２１、Ｓ２２は、必ずしもこの順番に行われる必要はなく、順番が入れ替わってもよい。また、工程Ｓ２１、Ｓ２２は同時に行われてもよい。ただし、電圧印加工程Ｓ２３が行われる前には、電圧印加の対象となる必要な２つの端子が、それぞれ対応する箇所に当接していることが必要である。工程Ｓ２３とＳ２４は、端子の異なる組合せごとに複数回行われるものであってもよく、選択される端子の組合せが変わる度に、その前準備として、工程Ｓ２１、Ｓ２２のうちから必要な工程が行われてもよい。電流検出工程Ｓ２４は、電圧印加工程Ｓ２３によって印加が開始された後かつ印加が終了する前に行われる。したがって、工程Ｓ２３が行われている間の一部の時間帯に工程Ｓ２４が行われることになる。検査装置は、複数の端子を個別に当接させて組合せごとに電圧を印加して電流が流れるかどうかを検査することで、絶縁不良をおこしている箇所が、基板のどこにあるのかを知ることができる。

[0085] また、第４の実施形態において図２２を用いて説明したように、本実施形

態に係る検査方法は、端子を個別に当接させる必要があるかどうか判断する工程をさらに備えていてもよい。

[0086] 〔第６の実施形態〕

本実施形態に係る薄膜太陽電池の製造方法および製造システムは、図面を参照して説明すると、以下のとおりである。

[0087] 図２４は、本実施形態に係る薄膜太陽電池の製造方法のフロー図である。製造方法は、搬入工程Ｓ３１と、光電変換素子形成工程Ｓ３２と、絶縁領域形成工程Ｓ３３と、検査工程Ｓ３４と、判断工程Ｓ３５と、絶縁不良原因物除去工程Ｓ３６と、発電性能評価工程Ｓ３７と、搬出工程Ｓ３８とを含む。第１の実施形態において、図１を用いて説明した薄膜太陽電池１００は、絶縁領域形成工程Ｓ３３まで行った状態を示しており、以下の工程の説明で参照する。

[0088] 搬入工程Ｓ３１において、搬入装置（図示しない）は、薄膜太陽電池の製造ライン内に絶縁基板２を搬入する。

[0089] 光電変換素子形成工程Ｓ３２において、光電変換素子形成装置（図示しない）は、絶縁基板２上に透明電極層３、半導体層４、裏面電極層５を順次積層することで、光電変換素子を形成する。光電変換素子形成装置により、各層は、プラズマＣＶＤ、スパッタリング、蒸着等の方法で形成される。なお、光電変換素子形成装置は、光電変換素子形成工程Ｓ３２において、透明電極層３、半導体層４、裏面電極層５のすべてを形成する必然性はない。例えば、搬入工程Ｓ３１において、搬入装置が、透明電極層３が形成された絶縁基板２を搬入する場合は、光電変換素子形成装置は、光電変換素子形成工程Ｓ３２において、半導体層４形成以降の工程を行ってもよい。

[0090] 絶縁領域形成工程Ｓ３３において、絶縁領域形成装置（図示しない）は、絶縁基板２の周縁部分の所定の領域における透明電極層３、半導体層４、裏面電極層５を、絶縁領域形成装置を用いて除去し、絶縁基板が露出する領域２１を形成する。絶縁領域形成装置は、例えば、回転する研磨ディスクを用いた研磨装置、粒を吹き付けて膜を除去するブラスト装置、レーザを照射し

て膜を蒸散させるレーザ加工装置である。

[0091] 検査工程Ｓ３４において、第１の実施形態から第３の実施形態において示した検査装置は、薄膜太陽電池の周縁部の絶縁性能を検査する。

[0092] 判断工程Ｓ３５において、検査結果を基準値と比較し、絶縁性能が十分ではないと判断された薄膜太陽電池は、絶縁不良原因物除去工程Ｓ３６（以下、単に「除去工程Ｓ３６」とも称す。）にまわす。十分な絶縁性能があると判断された薄膜太陽電池は、発電性能評価工程Ｓ３７を行うことになる。

[0093] 除去工程Ｓ３６において、絶縁不良原因物除去装置（以下、単に「除去装置」とも称す。）は、絶縁不良部の位置が特定された薄膜太陽電池の絶縁不良原因物の除去を行う。絶縁不良原因物としては、例えば、透明電極層、半導体層及び／又は裏面電極層の成膜時の回り込み、絶縁基板が露出する領域２１形成時の残渣等がある。除去装置は、例えば、研磨装置、ブラスト装置またはレーザ加工装置、純水や有機溶剤などの液体を染みこませた布等で拭くことで絶縁不良原因物を除去するふき取り装置等である。なお、除去装置を絶縁領域形成工程Ｓ３３で用いた絶縁領域形成装置によって代替することもできる。代替する場合、絶縁基板２へ負荷がかかり損傷することを防ぐため、絶縁不良原因物を除去する際には、処理時間の短縮、研磨時の押圧やレーザ照射エネルギーを下げる等の装置動作条件の変更を行うことが望ましい。レーザ加工装置を用いる場合、レーザ加工は、直角に曲がるような角度のある加工をするよりも、直線加工のほうが加工時間を短くすることができるため、絶縁性能が不十分な箇所がどの辺に存在するかを、特定しておくことが望ましい。

[0094] 発電性能評価工程Ｓ３７において、疑似太陽光を照射して発電性能を評価するソーラシミュレータは、薄膜太陽電池の発電性能を評価する。なお、除去工程Ｓ３６の後、再び、搬送装置が薄膜太陽電池を検査工程Ｓ３４に搬送し、検査装置が絶縁性能の検査を行ってもよい。

[0095] 搬出工程Ｓ３８において、搬出装置は、薄膜太陽電池を搬出する。この後、必要に応じて、他の性能検査や、薄膜太陽電池モジュールの製造工程を行

う。

[0096] 本実施形態の製造方法において、除去工程Ｓ３６が必要と判断された薄膜太陽電池が少ない場合は、除去装置は、他工程の装置が一連に搬送可能に設置された製造ラインから独立させて設置されていてもよい。この場合、検査装置と発電性能評価装置との間を搬送可能に設置するとともに、検査装置と除去装置との間で搬送できる独立した搬送装置を設置すればよい。または、独立した搬送装置を設置せず、薄膜太陽電池を一時的に保管する保管棚を設け、保管棚から除去装置へ搬送してもよい。

[0097] 図２５に、本実施形態に係る薄膜太陽電池の製造システムの概略説明図を示す。本システムは、検査装置Ｋ１、絶縁不良原因物除去装置Ｚ１、及び搬送装置Ｈ１からなる。検査装置Ｋ１は、検査部Ｋ２と記憶部Ｋ３と通信部Ｋ４とからなる。絶縁不良原因物除去装置Ｚ１（以下、「除去装置Ｚ１」とも称す。）は、通信部Ｚ２と記憶部Ｚ３と制御部Ｚ４と処理部Ｚ５とからなる。検査装置の通信部Ｋ４と除去装置Ｚ１の通信部Ｚ２とは互いに情報の伝達を行う。搬送装置Ｈ１は、検査装置Ｋ１と除去装置Ｚ１との間で薄膜太陽電池の搬送を行う。

[0098] 検査装置の検査部Ｋ２は、第１の実施形態から第３の実施形態において示したいずれかの検査装置が用いられる。検査装置Ｋ１は、検査部Ｋ２にて検出された検査情報を、記憶部Ｋ３に記憶する。検査情報は、絶縁不良物の箇所を特定する位置情報と、薄膜太陽電池を識別できる薄膜太陽電池識別情報とを含む。検査装置Ｋ１と除去装置Ｚ１とは互いに通信可能に接続されている。検査装置Ｋ１の記憶部Ｋ３に記憶された検査情報は、検査装置Ｋ１の通信部Ｋ４から除去装置Ｚ１の通信部Ｚ２に送信され、除去装置Ｚ１は、受信した検査情報を記憶部Ｚ３に記憶する。除去装置Ｚ１の制御部Ｚ４は、薄膜太陽電池が検査装置Ｋ１から除去装置Ｚ１の処理部Ｚ５に搬送されたとき、記憶された検査情報に含まれる識別情報によって、搬送された薄膜太陽電池に対応する検査結果を特定する。さらに、制御部Ｚ４は、検査情報に含まれる、絶縁不良物の箇所を特定する位置情報によって、除去を実施する場所を

特定する。検査情報に基づき、除去装置Ｚ１の制御部Ｚ４が、処理部Ｚ５を制御し、絶縁不良原因物除去を実施する。

[0099] なお、ここまで、検査装置Ｋ１と除去装置Ｚ１とが直接通信可能に接続されたときについて示したが、薄膜太陽電池の製造システム全体を制御する制御装置（図示せず）に検査装置Ｋ１および除去装置Ｚ１がそれぞれ通信可能に接続されてもよい。この場合、検査装置Ｋ１は、薄膜太陽電池の製造システム全体を制御する制御装置を中継して検査情報を除去装置Ｚ１に送信することになる。

[0100] 従来技術による検査装置では絶縁不良原因物の有無は検出できるものの、絶縁不良原因物の存在する位置を特定することができないため、除去装置では絶縁不良原因物の存在しない部分も含めて全ての絶縁部分２１について、絶縁原因物除去処理を行う必要があった。それに対して、本実施形態に係る製造方法では、検査装置Ｋ１が絶縁不良原因物の存在する位置を特定し、除去装置Ｚ１が絶縁不良原因物の存在する箇所のみ除去処理を行うため、絶縁不良原因物除去の処理時間を短くすることができる。よって、本実施形態に係る製造方法は、薄膜太陽電池の製造効率を向上させることができる。

[0101] 以上、第１の実施形態から第６の実施形態で、具体的に説明を行ったが、本発明はそれらに限定されるものではない。上述した実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0102] 本発明は、薄膜太陽電池の検査装置、薄膜太陽電池の検査方法、薄膜太陽電池の製造方法、薄膜太陽電池の製造システム全般に広く適用することができる。

符号の説明

[0103] １００ 薄膜太陽電池、２ 絶縁基板、２ｓ 絶縁基板の主表面、２１，２１１，２１２ 絶縁基板が露出する領域、３ 透明電極層、４ 半導体層、５ 裏面電極層、６１，６１１，６１２，６１３，６１４，６１５，６１

６，６１７，６１８，６１９ａ，６１９ｂ，６１９ｃ，６１９ｄ，６１９ｅ，６１９ｆ　第１端子、６２，６２ａ，６２１，６２２，６２３，６２４，６２５，６２６，６２７，６２８，６２９ａ，６２９ｂ，６２９ｃ，６２９ｄ，６２９ｅ，６２９ｆ　第２端子、６３１，６３２，６３４ａ，６３４ｂ，６３５ａ，６３５ｂ，６３６ａ，６３６ｂ，６３７ａ，６３７ｂ，６３８ａ，６３９ｂ　第３端子、７１１，７１２，７１７，７１８，７２１，７２２，７３１，７３２，７３３，７３４，７３５，７３６，７３７，７３８　移動機構、８，８１　電圧印加部、９，９１　電流検出部、Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３，Ｃ２´，Ｃ３´　電圧印加の組合せ、Ｄ　絶縁基板の端からの距離、Ｋ１　検査装置、Ｋ２　検査装置の検査部、Ｋ３　検査装置の記憶部、Ｋ４　検査装置の通信部、Ｚ１　絶縁不良原因物除去装置、Ｚ２　絶縁不良原因物除去装置の通信部、Ｚ３　絶縁不良原因物除去装置の記憶部、Ｚ４　絶縁不良原因物除去装置の制御部、Ｚ５　絶縁不良原因物除去装置の処理部、Ｈ１　搬送装置。

請求の範囲

［請求項1］ 絶縁基板（２）と、前記絶縁基板上に順次積層させた透明電極層（３）、半導体層（４）、裏面電極層（５）とを含み、前記絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）を有する薄膜太陽電池の検査装置（Ｋ１）であって、

前記薄膜太陽電池の透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子（６１，６１１～６１９）と、

前記絶縁基板が露出する領域又は前記絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子（６２，６２１～６２９）と、

前記第１端子と前記第２端子との間に電圧を印加する電圧印加部（８，８１）と、

前記第１端子と前記第２端子との間に流れる電流を検出する電流検出部（９，９１）と、

移動機構（７１１～７３８）とを備え、

前記第１端子または前記第２端子の少なくとも一方は、複数の個別端子に分割され、

前記移動機構は、前記個別端子をそれぞれ移動させる、薄膜太陽電池の検査装置。

［請求項2］ 絶縁基板（２）と、前記絶縁基板上に順次積層させた透明電極層（３）、半導体層（４）、裏面電極層（５）とを含み、前記絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）を有する薄膜太陽電池の検査装置であって、

前記薄膜太陽電池の透明電極層又は裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子（６１，６１１～６１９）と、

前記絶縁基板が露出する領域又は前記絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子（６２，６２１～６２９）と、

前記第１端子の当接する箇所と前記第２端子の当接する箇所との間であって、前記絶縁基板が露出する領域に当接する第３端子（６３１

～６３９）と、

前記第１端子、前記第２端子及び前記第３端子のうちの２つの端子の間に電圧を印加する電圧印加部（８，８１）と、

電圧を印加した端子間に流れる電流を検出する電流検出部（９，９１）と、

移動機構（７１１～７３８）とを備え、

前記第３端子は、複数の個別端子に分割され、

前記移動機構は、前記個別端子をそれぞれ移動させる、薄膜太陽電池の検査装置。

［請求項3］ 前記個別端子は、前記絶縁基板の辺毎に分割されている、請求項１または２に記載の薄膜太陽電池の検査装置。

［請求項4］ 前記第１端子、前記第２端子、前記第３端子の少なくとも１つの端子は、前記絶縁基板の少なくとも１つの辺において、辺の長さ方向に対し複数に分割されている、請求項１～３のいずれかに記載の薄膜太陽電池の検査装置。

［請求項5］ 絶縁基板と、前記絶縁基板上に順次積層させた透明電極層（３）、半導体層（４）、裏面電極層（５）とを含み、前記絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）を有する薄膜太陽電池を検査装置が検査するための検査方法であって、

前記検査装置は、

前記透明電極層又は前記裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子（６１，６１１～６１９）と、

前記絶縁基板が露出する領域又は前記絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子（６２，６２１～６２９）とを備え、

前記第１端子、前記第２端子の少なくとも一方の端子は複数の個別端子に分割され、移動機構（７１１～７３８）によりそれぞれ移動するものであり、

前記検査方法は、

前記個別端子の１つを、当接させる当接工程と、

前記当接した端子に対応する端子を、当接させる当接工程と、

当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程とを有する薄膜太陽電池の検査方法。

［請求項6］ 絶縁基板と、前記絶縁基板上に順次積層させた透明電極層（３）、半導体層（４）、裏面電極層（５）とを含み、前記絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）を有する薄膜太陽電池を検査装置が検査するための検査方法であって、

前記検査装置は、

前記透明電極層又は前記裏面電極層の少なくとも一方に当接する第１端子（６１，６１１～６１９）と、

前記絶縁基板が露出する領域又は前記絶縁基板の外周端の少なくとも一方に当接する第２端子（６２，６２１～６２９）と、

前記第１端子が当接する箇所と前記第２端子が当接する箇所の間であって、前記絶縁基板が露出する領域に当接する第３端子（６３１～６３９）とを備え、

第３端子は複数の個別端子に分割され、移動機構（７１１～７３８）によりそれぞれ移動するものであり、

前記検査方法は、

前記個別端子の１つを、当接させる当接工程と、

前記当接する端子に対応する第１端子または第２端子を当接させる当接工程と、

当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程とを有する薄膜太陽電池の検査方法。

［請求項7］ 前記薄膜太陽電池の検査方法において、

前記個別端子すべてを当接させる当接工程と、

前記個別端子と対応する端子を当接させる当接工程と、

当接した端子間の絶縁性能の検査を行う絶縁性能検査工程と、

検査結果を予め保持する基準値と比較し、前記個別端子を個別に当接させるか否かを判断する判断工程と、

前記判断工程の結果に応じて前記個別端子を個別に当接させる当接工程とをさらに有する請求項５または６に記載の薄膜太陽電池の検査方法。

[請求項8] 絶縁基板と、前記絶縁基板上に順次積層された透明電極層（３）、半導体層（４）、裏面電極層（５）と、

前記絶縁基板の周縁部に絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）を有する薄膜太陽電池（１００）に対して、請求項５～７のいずれかに記載の薄膜太陽電池の検査方法によって検査を行う検査工程を有する薄膜太陽電池の製造方法。

[請求項9] 前記薄膜太陽電池の製造方法は、

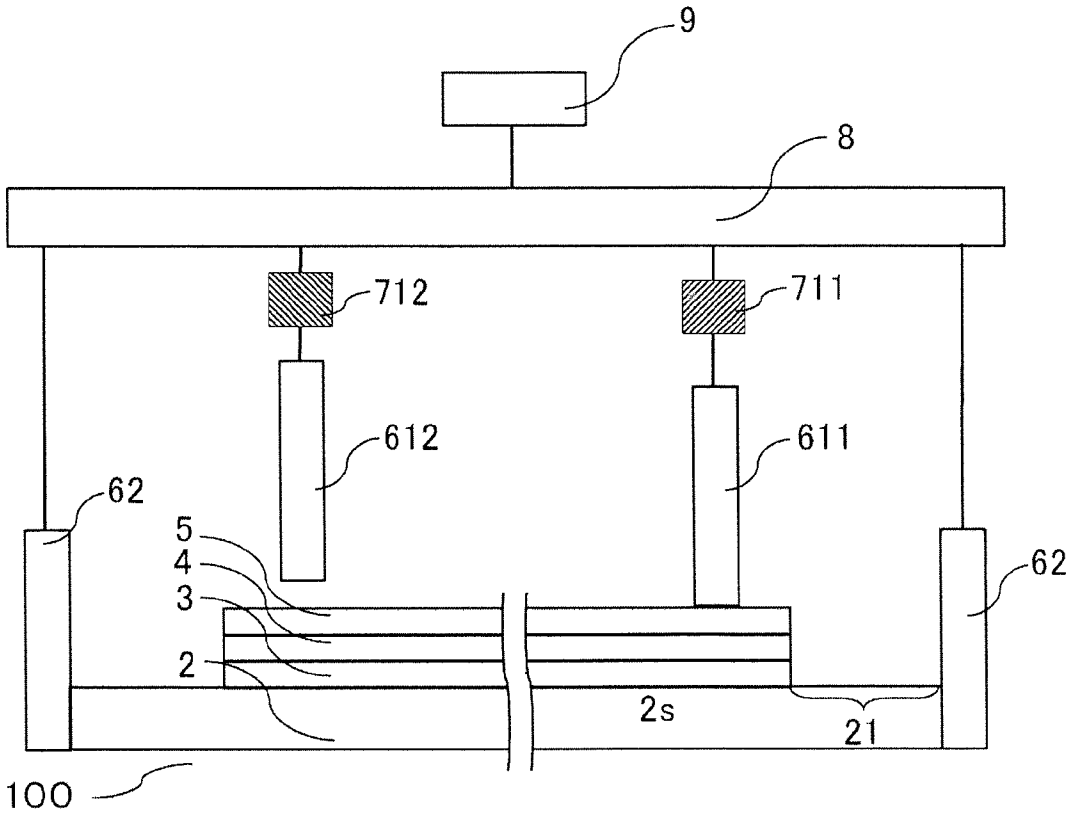
絶縁不良原因物を除去する除去工程を有し、

前記除去工程は、前記検査工程の結果に基づいて実施される請求項８記載の薄膜太陽電池の製造方法。

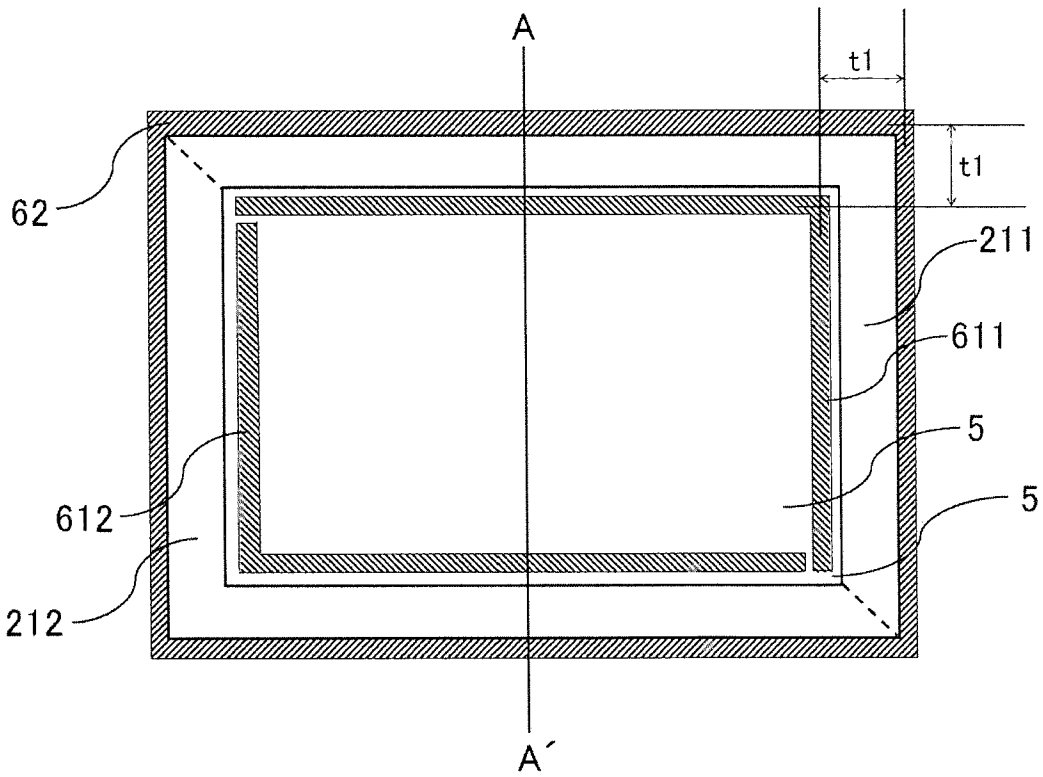
[請求項10] 請求項１～４のいずれかに記載の薄膜太陽電池の検査装置（Ｋ１）と、絶縁基板の周縁部の絶縁基板が露出する領域（２１，２１１，２１２）に存在する絶縁不良原因物を除去する除去装置（Ｚ１）を含む薄膜太陽電池の製造システムであって、

前記検査装置からの検査情報に基づいて、前記除去装置の制御部（Ｚ４）が処理部（Ｚ５）を制御する薄膜太陽電池の製造システム。

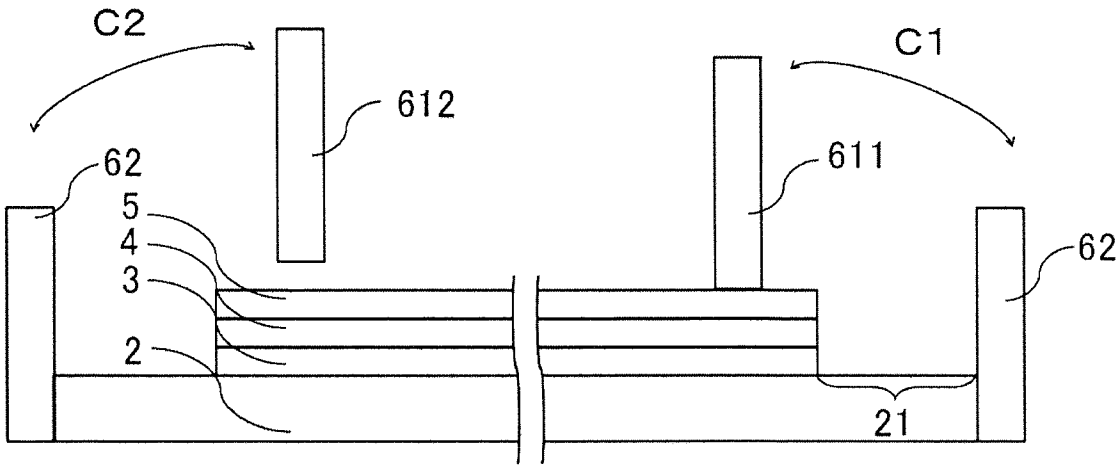
[図1]


9
8
712
711
612
611
62
5
4
3
2
62
2s
21
100

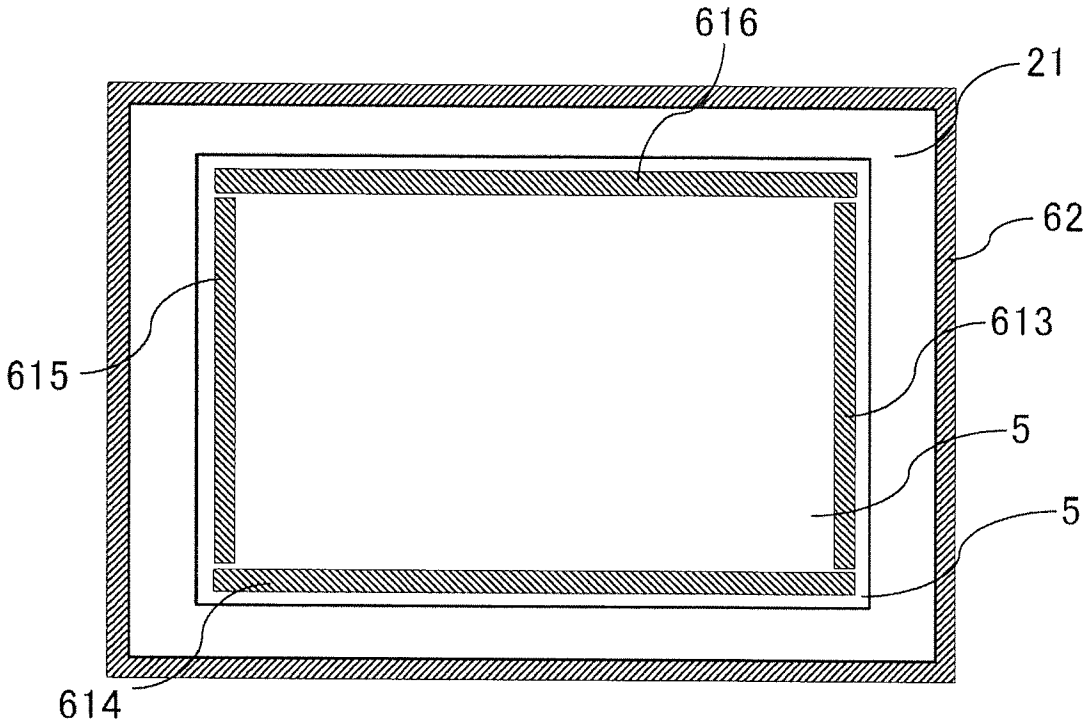
[図2]


A
t1
t1
62
211
611
5
612
5
212
A´

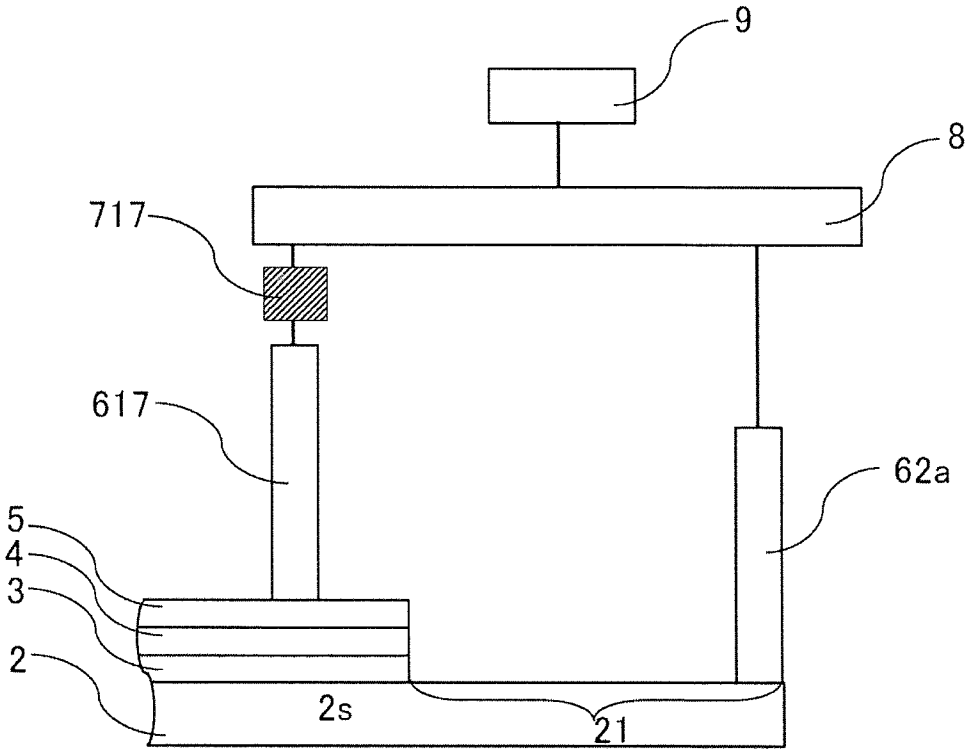
[図3]



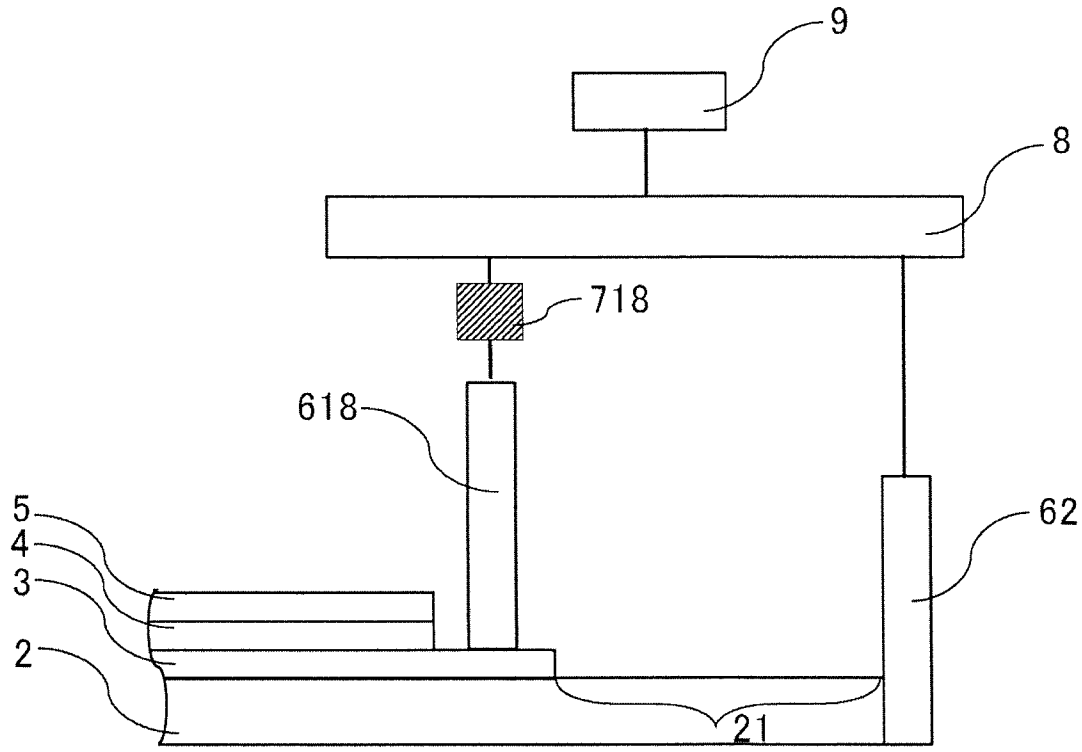
[図4]



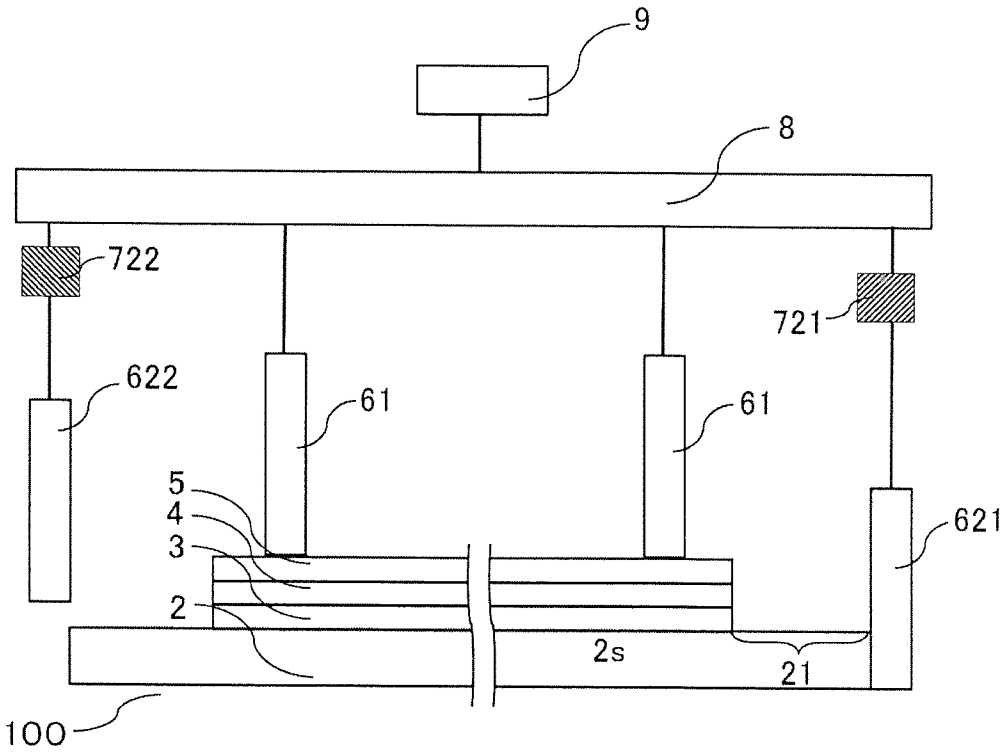
[図5]



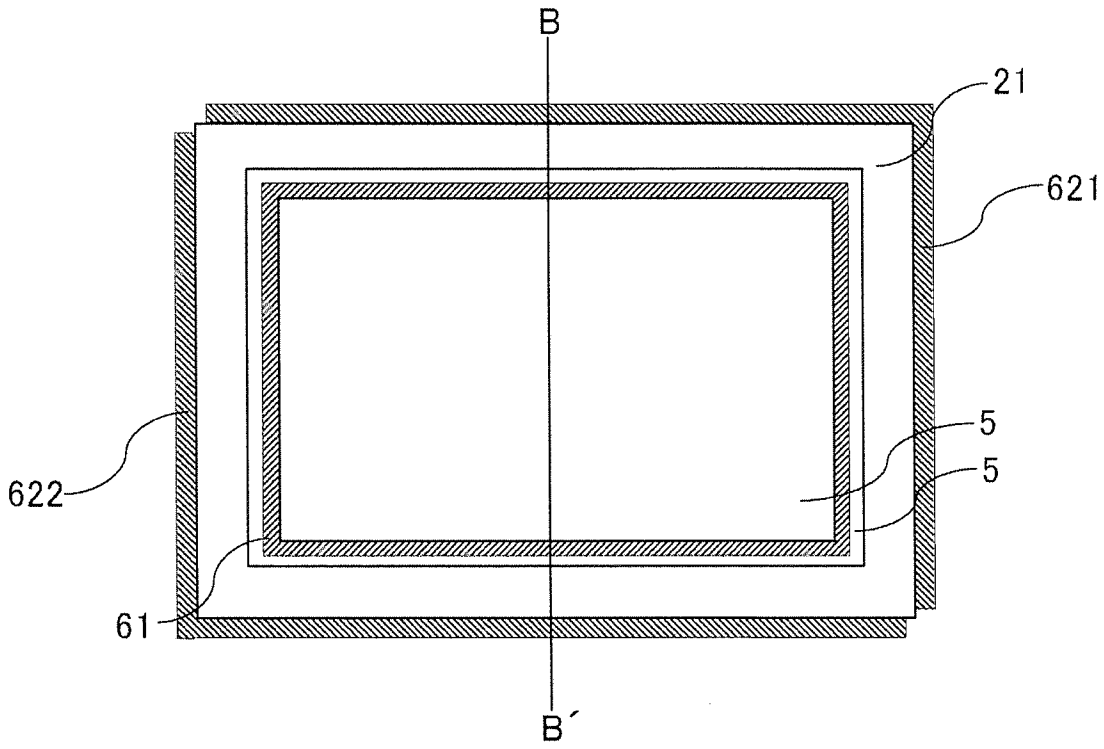
[図6]



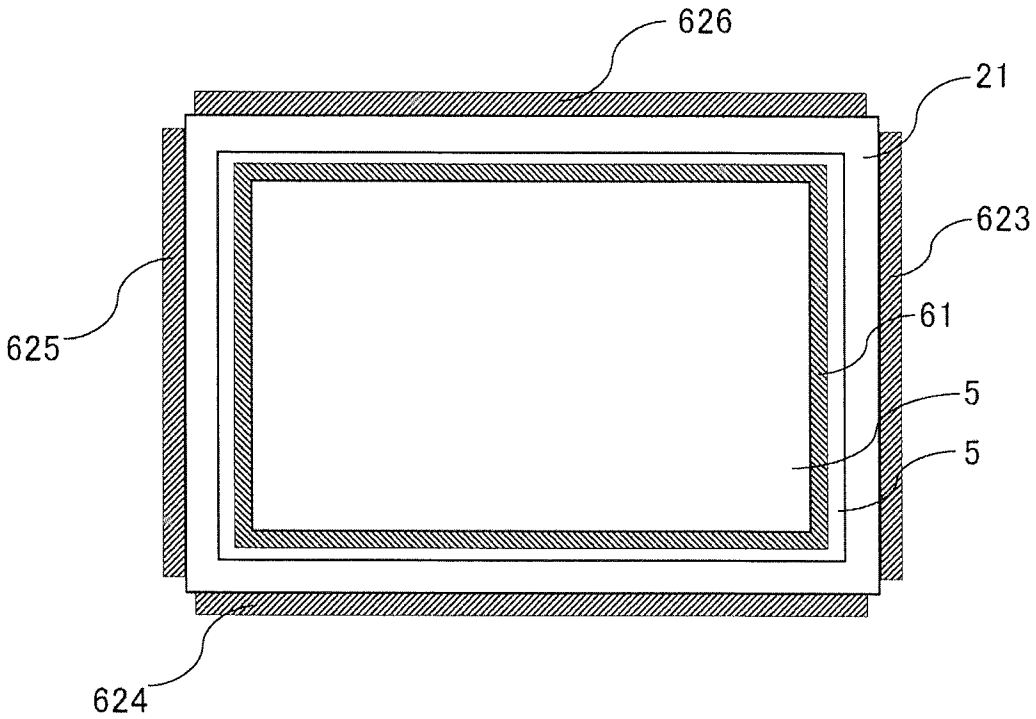
[図7]



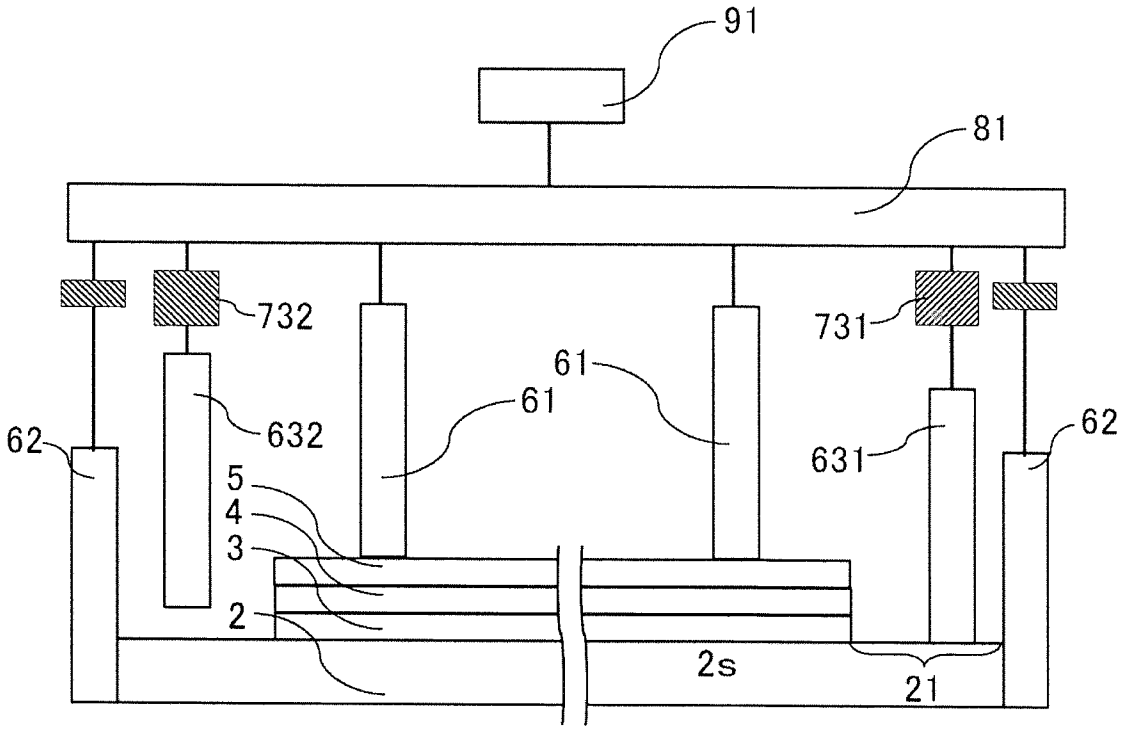
[図8]



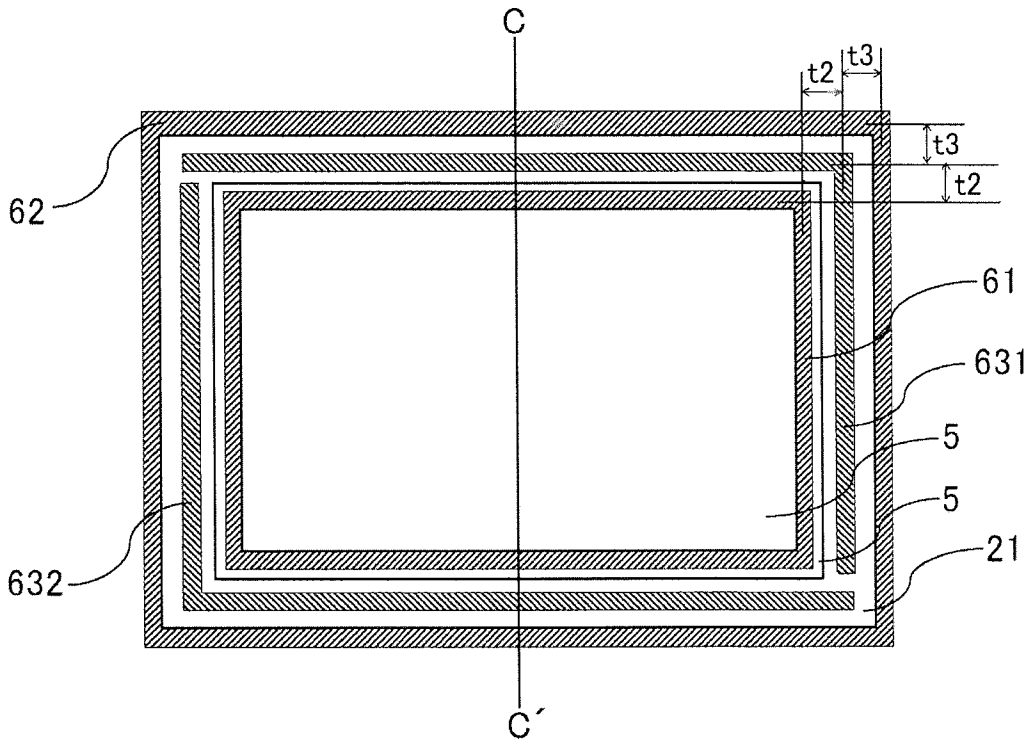
[図9]


626
21
623
625
61
5
5
624

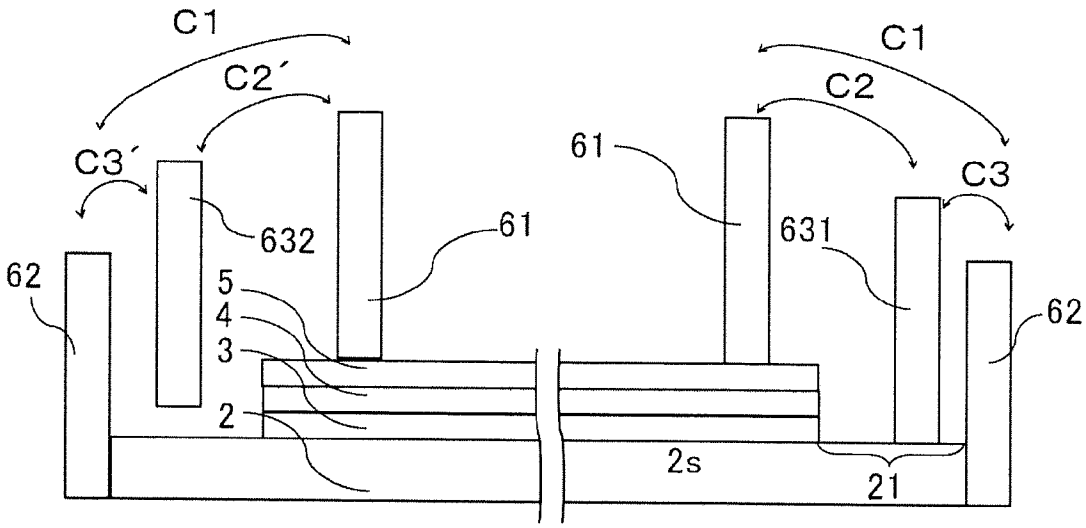
[図10]


91
81
732
731
61
61
632
631
62
62
5
4
3
2
2s
21

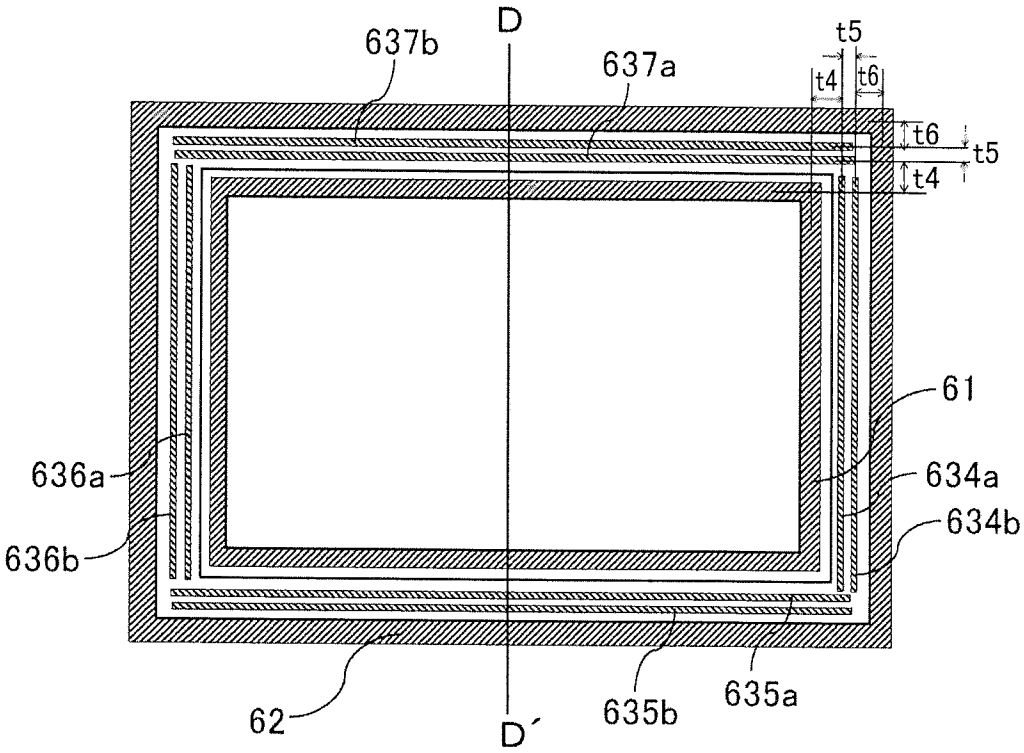
[図11]


C
t2
t3
t3
t2
62
61
631
5
5
632
21
C´

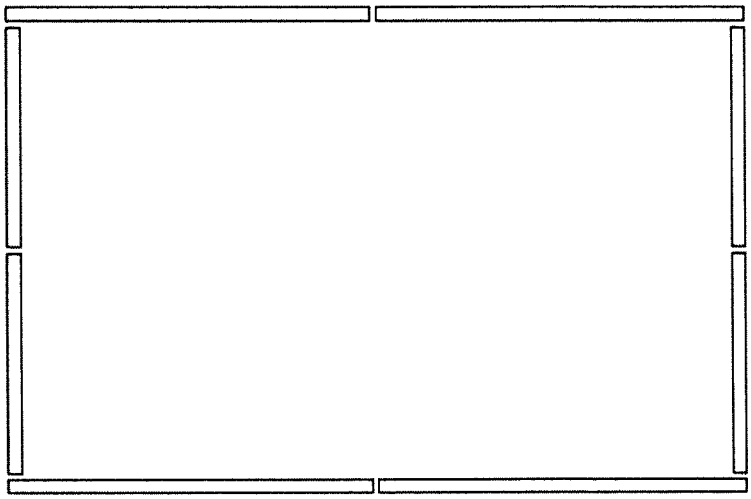
[図12]


C1
C2´
C3´
632
61
62
5
4
3
2
C1
C2
61
631
C3
62
2s
21

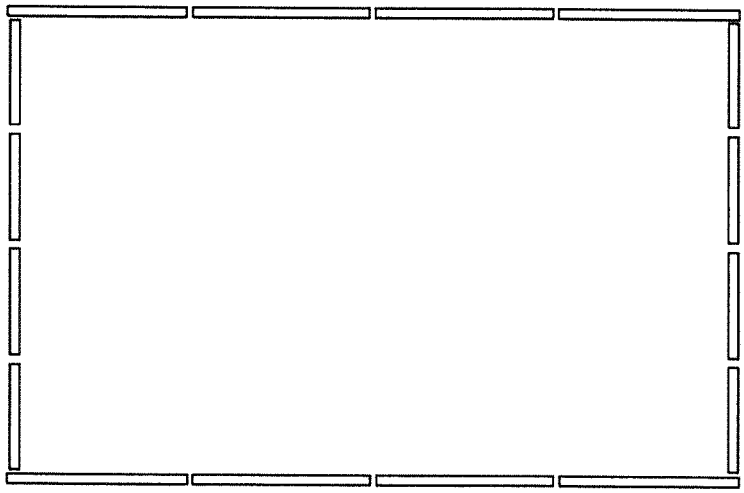
[図13]


D
637b
637a
t5
t4
t6
t6
t5
t4
61
636a
634a
634b
636b
62
635b
635a
D´

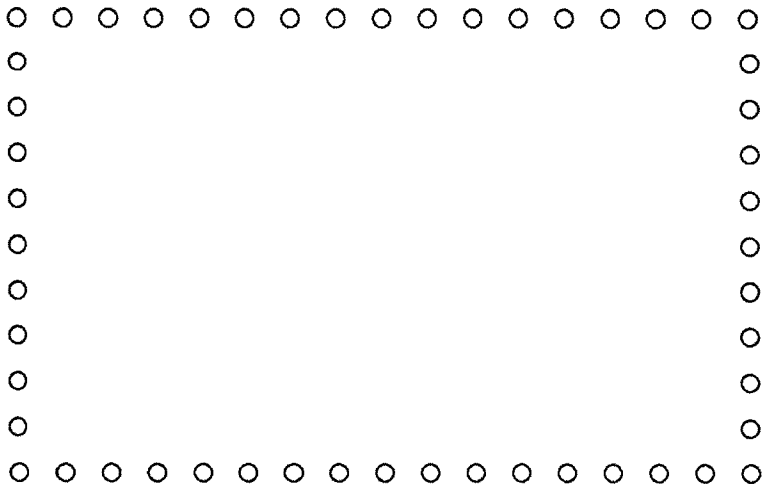
[図14]



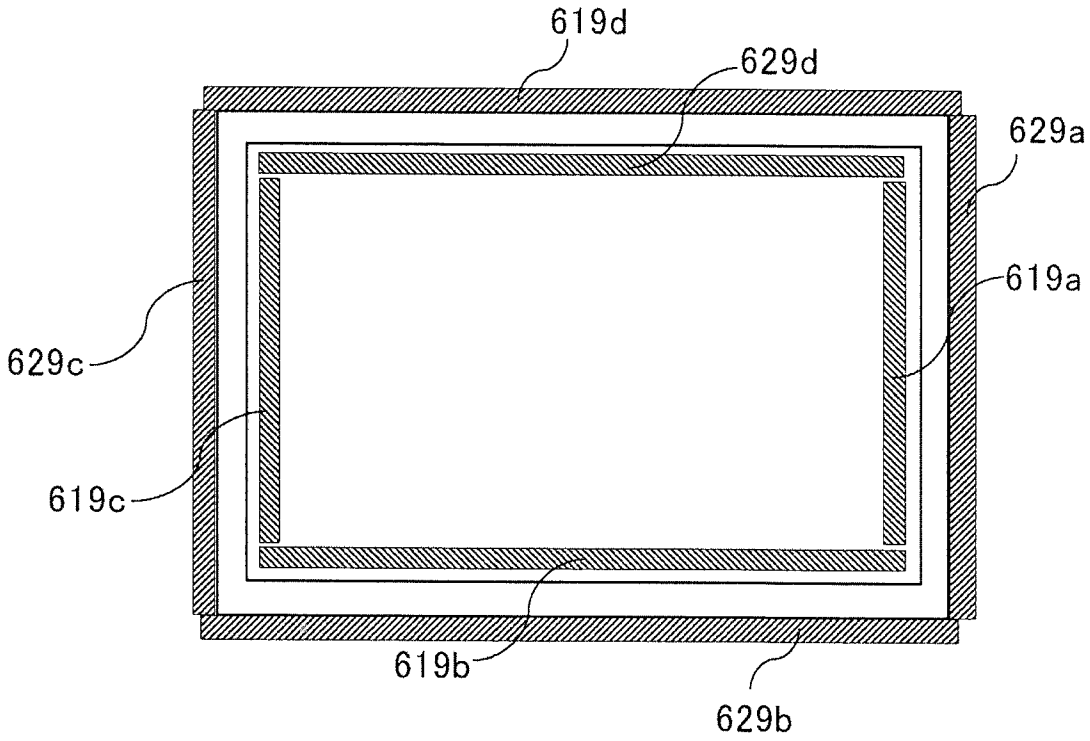
[図15]



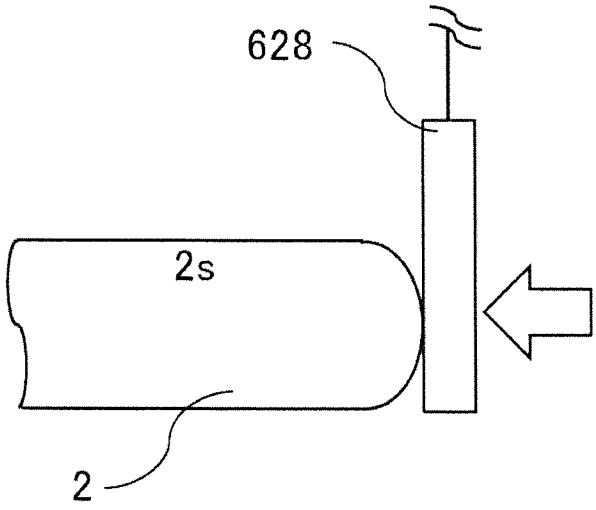
[図16]



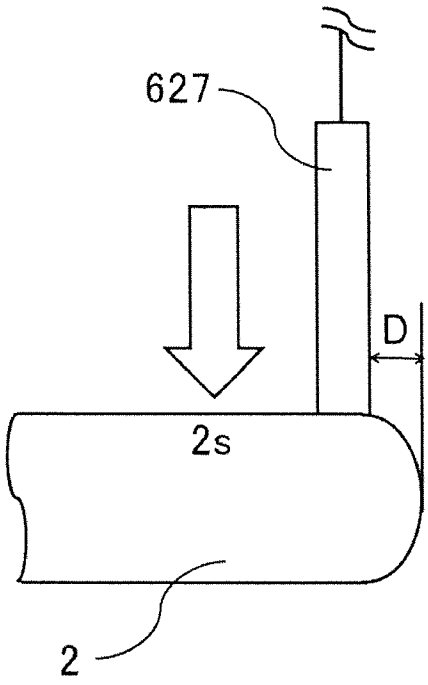
[図17]



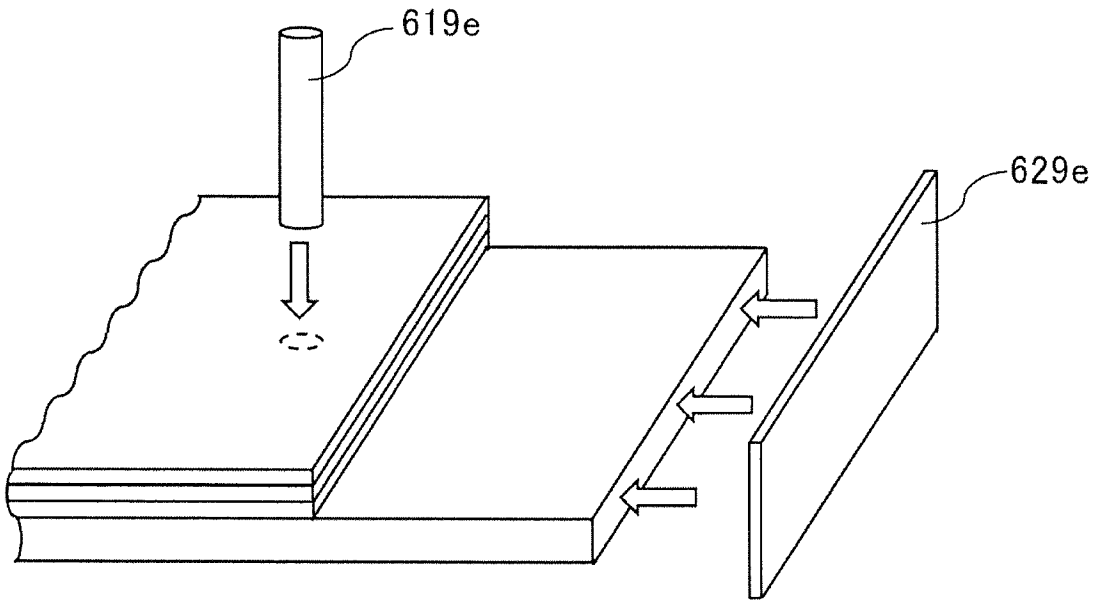
[図18A]



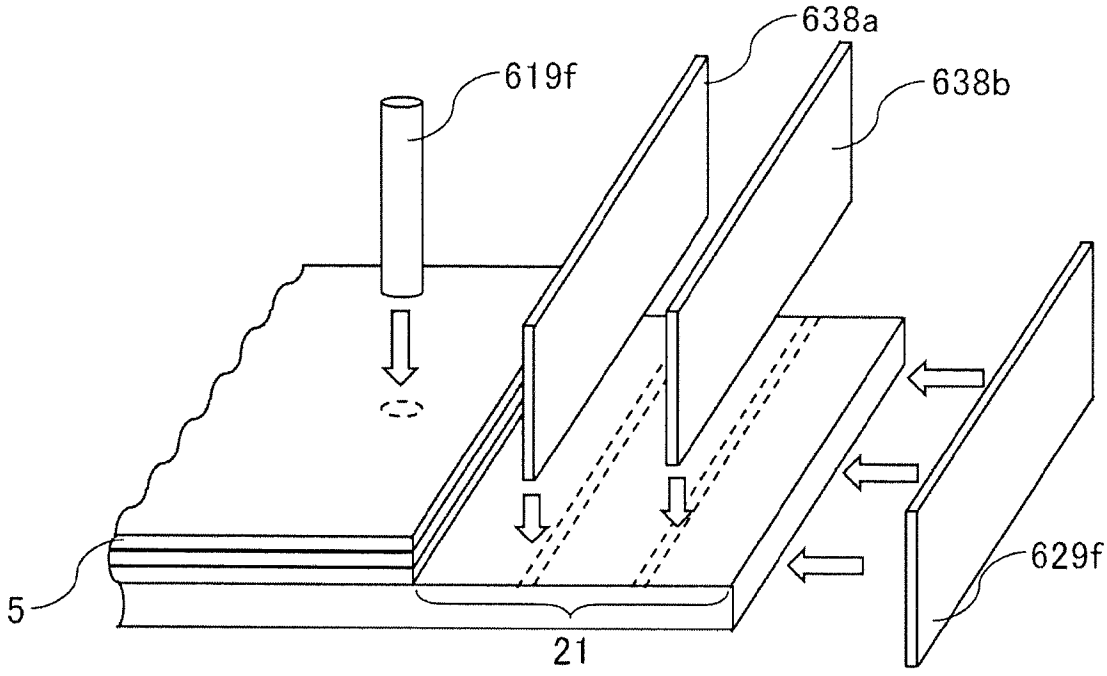
[図18B]



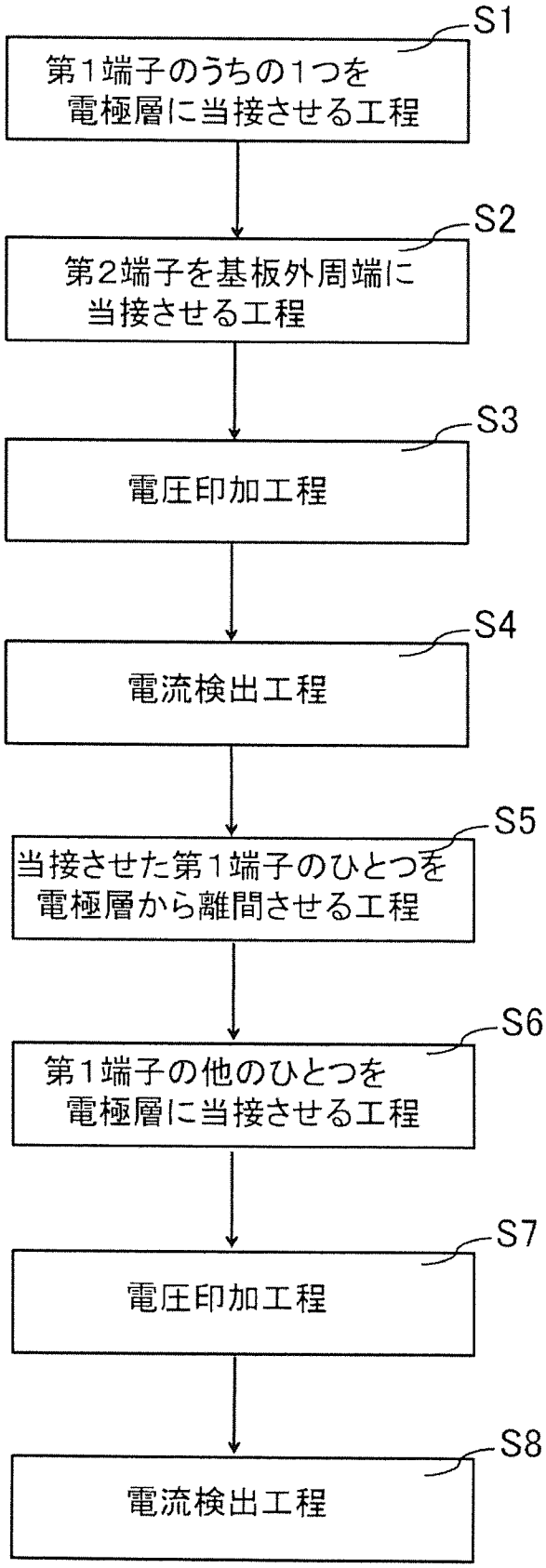
[図19]



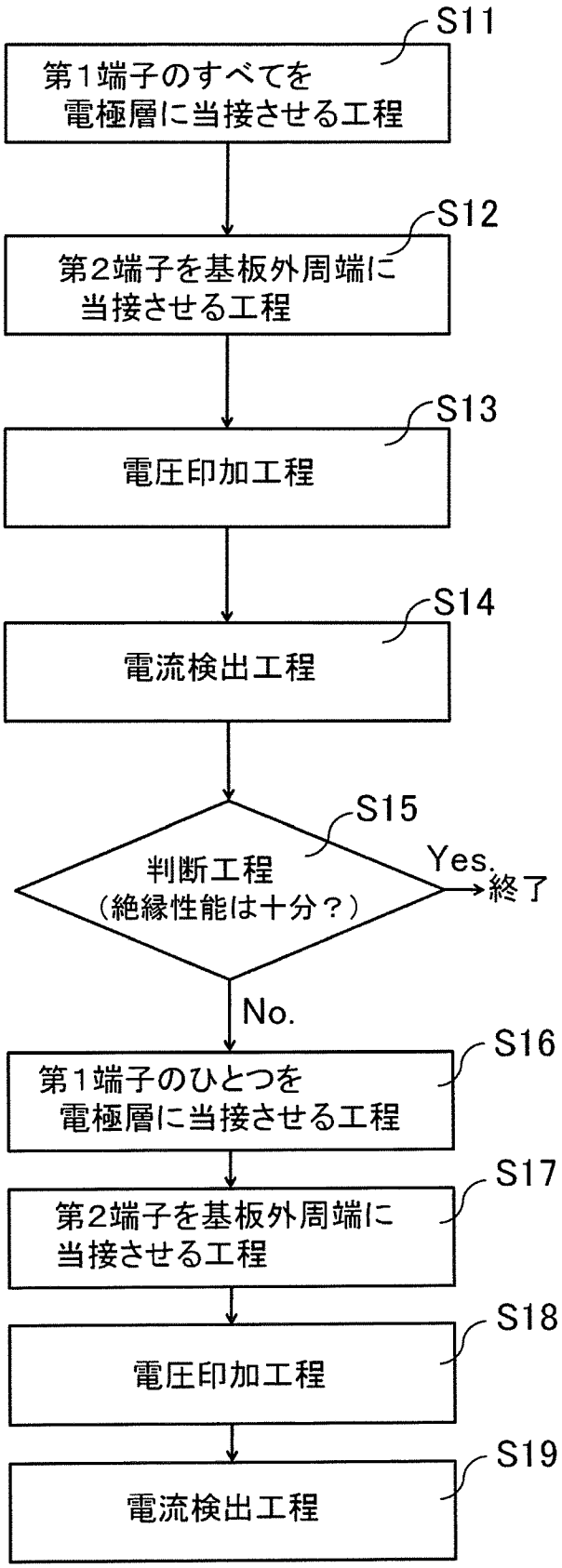
[図20]



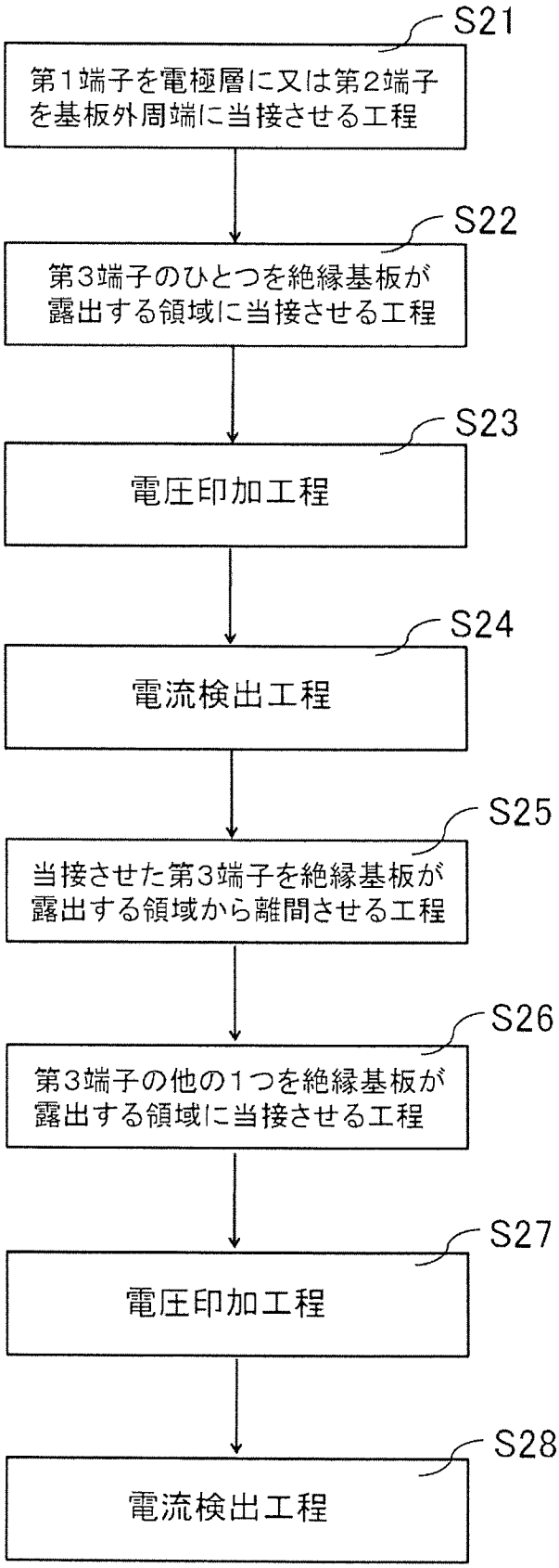
[図21]


S1
第1端子のうちの1つを
電極層に当接させる工程
S2
第2端子を基板外周端に
当接させる工程
S3
電圧印加工程
S4
電流検出工程
S5
当接させた第1端子のひとつを
電極層から離間させる工程
S6
第1端子の他のひとつを
電極層に当接させる工程
S7
電圧印加工程
S8
電流検出工程

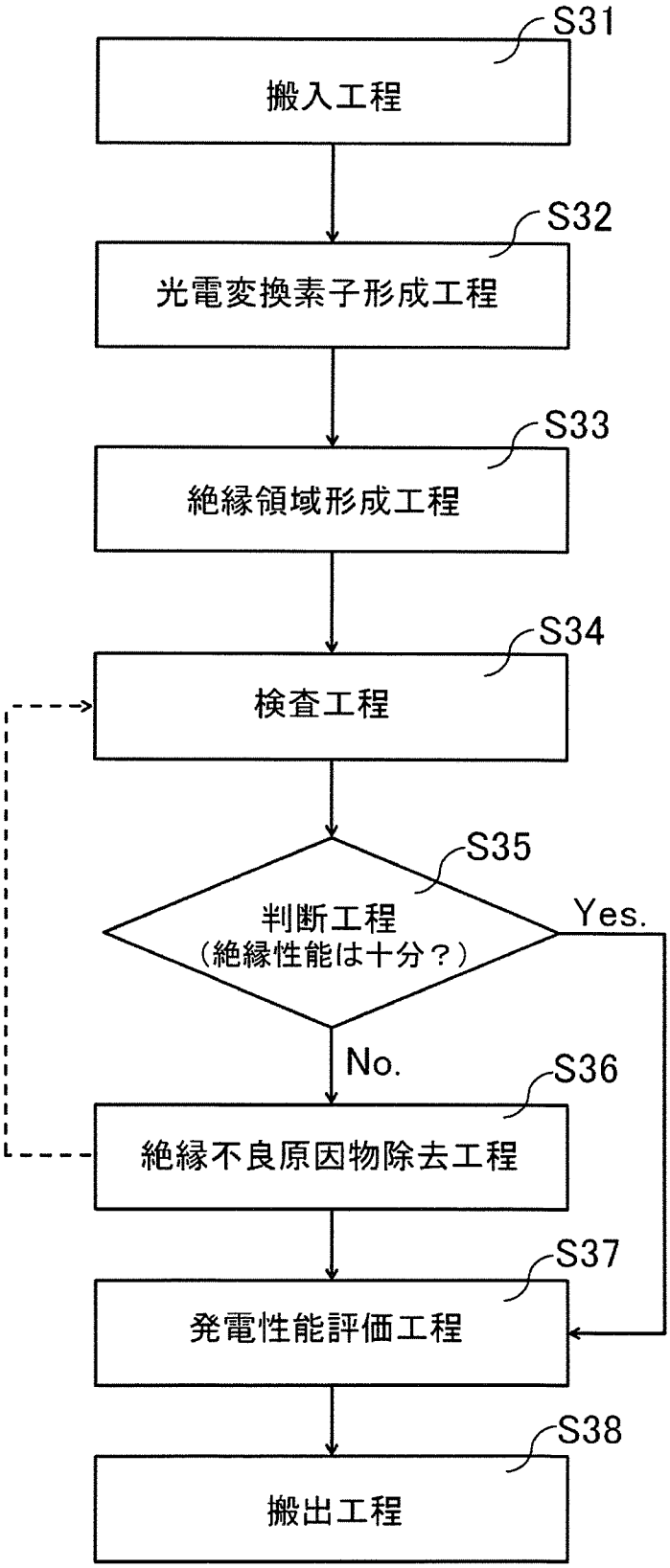
[図22]


S11
第1端子のすべてを
電極層に当接させる工程
S12
第2端子を基板外周端に
当接させる工程
S13
電圧印加工程
S14
電流検出工程
S15
判断工程
（絶縁性能は十分？）
Yes.
終了
No.
S16
第1端子のひとつを
電極層に当接させる工程
S17
第2端子を基板外周端に
当接させる工程
S18
電圧印加工程
S19
電流検出工程

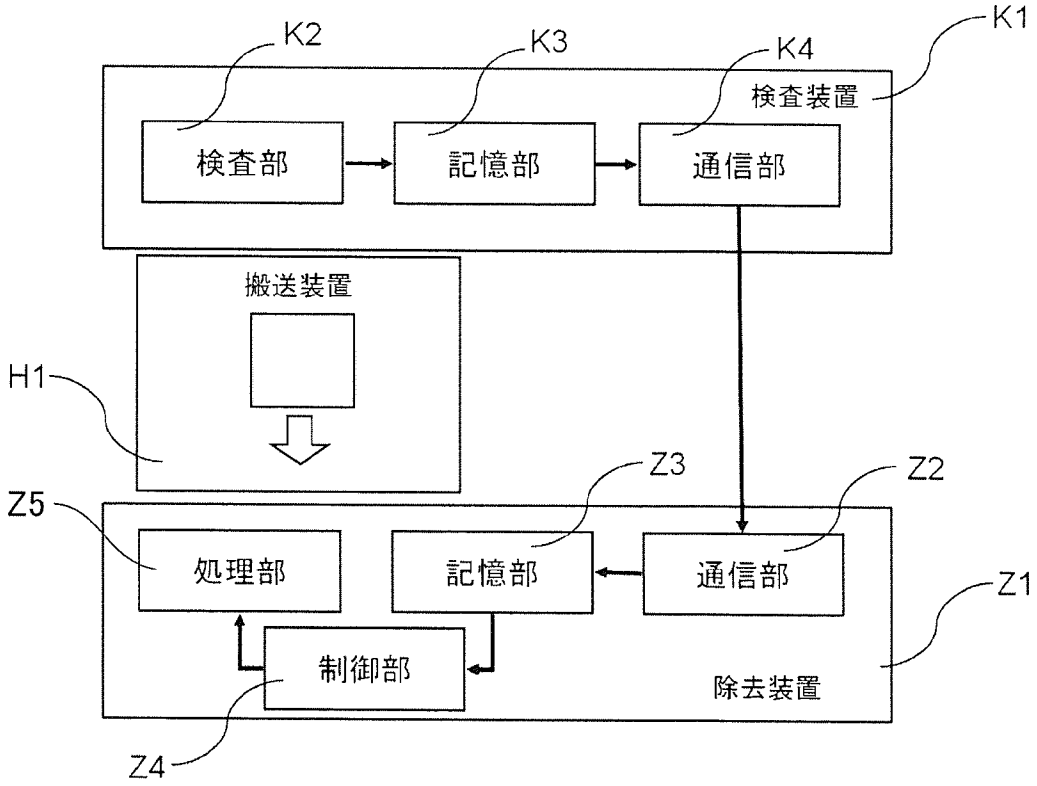
[図23]


S21
第1端子を電極層に又は第2端子を基板外周端に当接させる工程
S22
第3端子のひとつを絶縁基板が露出する領域に当接させる工程
S23
電圧印加工程
S24
電流検出工程
S25
当接させた第3端子を絶縁基板が露出する領域から離間させる工程
S26
第3端子の他の1つを絶縁基板が露出する領域に当接させる工程
S27
電圧印加工程
S28
電流検出工程

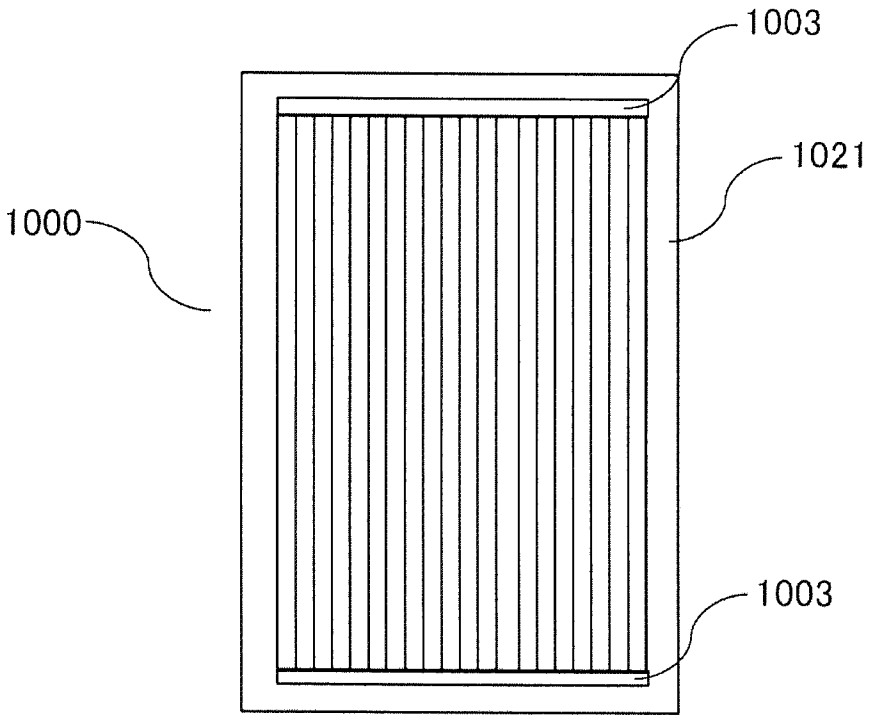
[図24]


S31
搬入工程
S32
光電変換素子形成工程
S33
絶縁領域形成工程
S34
検査工程
S35
判断工程
（絶縁性能は十分？）
Yes.
No.
S36
絶縁不良原因物除去工程
S37
発電性能評価工程
S38
搬出工程

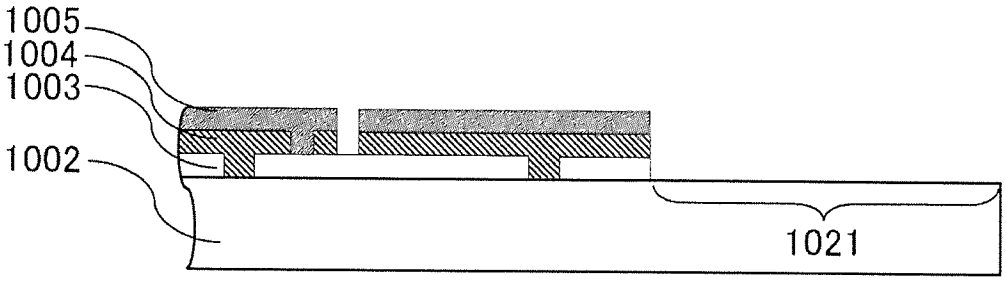
[図25]


K1
K2
K3
K4
検査装置
検査部
記憶部
通信部
搬送装置
H1
Z5
Z3
Z2
処理部
記憶部
通信部
Z1
制御部
除去装置
Z4

[図26]


1003
1021
1000
1003

[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/054723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01R31/26(2006.01)i, *G01R31/02*(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)
G01R31/26, G01R31/02, H01L31/04

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 2009-206279 A (Sharp Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), claims 1 to 3; paragraph [0014] & US 2011/0000521 A1 & EP 2249395 A1 & WO 2009/107517 A1	1-10
A	JP 2001-345472 A (Canon Inc.), 14 December 2001 (14.12.2001), paragraph [0034]; fig. 1 & US 2001/0040453 A1	1-10
A	JP 2004-047838 A (Kaneka Corp.), 12 February 2004 (12.02.2004), paragraphs [0027] to [0034]; fig. 3 (Family: none)	1-10

☐ 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
04 April, 2012 (04.04.12)	17 April, 2012 (17.04.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５４７２３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R31/26(2006.01)i, G01R31/02(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R31/26, G01R31/02, H01L31/04

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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 2009-206279 A (シャープ株式会社) 2009.09.10, 請求項 1-3, 段落【0014】 & US 2011/0000521 A1 & EP 2249395 A1 & WO 2009/107517 A1	1-10
A	JP 2001-345472 A (キャノン株式会社) 2001.12.14, 段落【0034】, 図 1 & US 2001/0040453 A1	1-10
A	JP 2004-047838 A (鐘淵化学工業株式会社) 2004.02.12, 段落【0027】-【0034】, 図 3 (ファミリーなし)	1-10

☐　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 ０４．０４．２０１２	国際調査報告の発送日 １７．０４．２０１２
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）　２Ｓ　４７４２ 吉岡　一也 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５８