

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5923172号
(P5923172)

(45) 発行日 平成28年5月24日 (2016. 5. 24)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 21/958 (2006. 01)

GO 1 N 21/958

GO 1 B 11/30 (2006. 01)

GO 1 B 11/30

A

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-530390 (P2014-530390)	(73) 特許権者	000000974
(86) (22) 出願日	平成24年8月13日 (2012. 8. 13)		川崎重工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/005145		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02014/027375	(74) 代理人	110000556
(87) 国際公開日	平成26年2月20日 (2014. 2. 20)		特許業務法人 有古特許事務所
審査請求日	平成26年9月19日 (2014. 9. 19)	(72) 発明者	切通 隆則
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	佐藤 誠
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	辻田 京史
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 板ガラスの検査ユニット及び製造設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

成形方向を有する矩形状の板ガラスを下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、

通過する前記板ガラスの成形方向に延びる辺を検査する平行エッジ検査装置と、
成形方向が搬送方向に直交するよう又は成形方向が搬送方向となるよう前記板ガラスを
回転させる回転装置と、

通過する前記板ガラスの成形方向に直交する辺を検査する直交エッジ検査装置と、
通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、
通過する前記板ガラスの面を成形方向に直交する線上に検査する線上検査装置と、を備
え、

前記回転装置を基準にして、その上流及び下流のうち、一方側には前記平行エッジ検査
装置が配置され、他方側には前記直交エッジ検査装置、前記面検査装置、及び前記線上検
査装置が配置されており、

オフライン検査装置をさらに備え、
前記オフライン検査装置は、
板ガラスの板厚を測定するための板厚センサと、
板ガラスの残留応力を測定するための応力測定センサと、
板ガラスに対して平行に移動する駆動部と、を有し、
前記板厚センサ及び前記応力測定センサは、いずれも前記駆動部に設けられて同時に移

10

20

動する、検査ユニット。

【請求項 2】

前記平行エッジ検査装置は、前記板ガラスの成形方向に延びる両辺の欠陥を検出するとともに、当該両辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向に直交する方向の寸法を算出し、

前記直交エッジ検査装置は、前記板ガラスの成形方向に直交する両辺の欠陥を検出するとともに、当該両辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向の寸法を算出し、

前記面検査装置は、前記板ガラスの表面及び内部の欠陥を検出し、

前記線上検査装置は、前記板ガラスの厚さを測定するとともに、前記板ガラスの脈理を検出する、請求項 1 に記載の検査ユニット。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の検査ユニットと、

前記検査ユニットの上流側に位置し、通過する板ガラスに空気を吹き付ける吹出口を有する清掃ユニットと、を備え、

前記吹出口は、板ガラスの搬送方向に直交する方向に対して傾斜する方向に延びている、板ガラスの製造設備。

【請求項 4】

成形方向を有する矩形形状の板ガラスを、当該成形方向に搬入し、下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、

成形方向が搬送方向に直交するよう前記板ガラスを回転させる回転装置と、

送りを一端停止して前記板ガラスの四辺を検査する全エッジ検査装置と、

通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、

通過する前記板ガラスの面を成形方向に直交する線上に検査する線上検査装置と、を備え、

20

前記回転装置の下流側には、前記面検査装置、及び前記線上検査装置が配置されており、

オフライン検査装置をさらに備え、

前記オフライン検査装置は、

板ガラスの板厚を測定するための板厚センサと、

板ガラスの残留応力を測定するための応力測定センサと、

板ガラスに対して平行に移動する駆動部と、を有し、

前記板厚センサ及び前記応力測定センサは、いずれも前記駆動部に設けられて同時に移動する、検査ユニット。

30

【請求項 5】

成形方向を有する矩形形状の板ガラスを、当該成形方向と直交する方向に搬入し、下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、

送りを一端停止して前記板ガラスの四辺を検査する全エッジ検査装置と、

通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、

通過する前記板ガラスの面を成形方向に直交する線上に検査する線上検査装置と、

オフライン検査装置と、を備え、

40

前記オフライン検査装置は、

板ガラスの板厚を測定するための板厚センサと、

板ガラスの残留応力を測定するための応力測定センサと、

板ガラスに対して平行に移動する駆動部と、を有し、

前記板厚センサ及び前記応力測定センサは、いずれも前記駆動部に設けられて同時に移動する、検査ユニット。

【請求項 6】

前記全エッジ検査装置は、前記板ガラスの四辺の欠陥を検出するとともに、各辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向の寸法、及び成形方向に直交する方向の寸法を算出し、

50

前記面検査装置は、前記板ガラスの表面及び内部の欠陥を検出し、

前記線上検査装置は、前記板ガラスの厚さを測定するとともに、前記板ガラスの脈理を検出する、請求項 4 又は 5 に記載の検査ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製造ライン上で板ガラスの検査を行う板ガラスの検査ユニットに関する。また、この検査ユニットを含む板ガラスの製造設備に関する。

【背景技術】

【0002】

10

板ガラスは、製造された後に様々な検査を受け、一定の基準を満たしていることを確認してから出荷が行われる。板ガラスの検査に関して、例えば、特許文献 1 では「ガラス基板の形状測定装置及び測定方法」が開示されており、特許文献 2 では「異物検査装置及び検査方法」が開示されており、特許文献 3 では「板状透明体の欠陥検査装置及びその方法」が開示されており、特許文献 4 では「光透過性矩形物の端面検査方法及び端面検査装置」が開示されている。このように、板ガラスの検査を行う装置や方法は、多くの文献で開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】特開 2007 - 205724 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 169453 号公報

【特許文献 3】特開 2012 - 007993 号公報

【特許文献 4】特開 2011 - 227049 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、文献に記載されている技術はいずれも、複数ある検査項目の 1 つに着目したものであって、それぞれの検査を行う装置や方法をどのように組み合わせるかという点については十分な検討がなされていない。さらに言えば、何を基準にして各装置を配置すれば効率的であるかといった示唆すら文献には記載がない。ここで、発明者らは、「成形方向」を有する板ガラス、すなわち製造ライン上である方向に送り出すように成形された板ガラスは、脈理（光学ガラス中に存在する筋状あるいは層状の光学的不均質部分）や傷などの欠陥に方向性（指向性）があることに着目した。

30

【0005】

本発明は以上のような事情に鑑みてなされたものであり、成形方向を有する板ガラスを効率よく検査できる検査ユニットを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

本発明のある形態に係る検査ユニットは、成形方向を有する矩形の板ガラスを下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、通過する前記板ガラスの成形方向に延びる辺を検査する平行エッジ検査装置と、成形方向が搬送方向に直交するよう前記板ガラスを回転させる回転装置と、通過する前記板ガラスの成形方向に直交する辺を検査する直交エッジ検査装置と、通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、通過する前記板ガラスの面を成形方向に直交する線上に検査する線上検査装置と、を備え、前記回転装置を基準にして、その上流及び下流のうち、一方側には前記平行エッジ検査装置が配置され、他方側には前記直交エッジ検査装置、前記面検査装置、及び前記線上検査装置が配置されている。

【0007】

ここで、成形方向を有する板ガラスは、傷や脈理などの欠陥が成形方向に発生しやすい

50

。そのため、面検査装置及び線上検査装置は、成形方向と直交する方向で板ガラスの検査を行うと精度良く行うことができる。そして、上記の構成によれば、これら両検査装置を回転装置の下流又は上流に一群となって配置しているため、板ガラスの方向転換を繰り返す必要もなく、高い精度の検査を効率よく行うことができる。

【 0 0 0 8 】

また、上記の検査ユニットにおいて、前記平行エッジ検査装置は、前記板ガラスの成形方向に延びる両辺の欠陥を検出するとともに、当該両辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向に直交する方向の寸法を算出し、前記直交エッジ検査装置は、前記板ガラスの成形方向に直交する両辺の欠陥を検出するとともに、当該両辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向の寸法を算出し、前記面検査装置は、前記板ガラスの表面及び内部の欠陥を検出し、前記線上検査装置は、前記板ガラスの厚さを測定するとともに、前記板ガラスの脈理を検出するように構成してもよい。

10

【 0 0 0 9 】

また、上記の検査ユニットにおいて、オフライン検査装置をさらに備え、前記オフライン検査装置は、板ガラスの板厚を測定するための板厚センサと、板ガラスの残留応力を測定するための応力測定センサと、板ガラスに対して平行に移動する駆動部と、を有し、前記板厚センサ及び前記応力測定センサは、いずれも前記駆動部に設けられて同時に移動するように構成してもよい。

【 0 0 1 0 】

板厚測定と応力測定は、精度よく行うといずれも比較的時間がかかるが、上記の構成によれば、これらの検査を同時に行うことができるため、検査時間が短くなる上、非常に高精度かつ高効率で、板ガラスの品質管理も容易となる。

20

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明に係る板ガラスの製造設備は、上記の検査ユニットと、前記検査ユニットの上流側に位置し、通過する板ガラスに空気を吹き付ける吹出口を有する清掃ユニットと、を備え、前記吹出口は、板ガラスの搬送方向に直交する方向に対して傾斜する方向に延びている。

【 0 0 1 2 】

かかる構成によれば、板ガラスが吹出口にさしかかったところで板ガラスに空気の力が一気に加わるのを防ぎ、板ガラスに空気による力を緩やかに加えることができる。そのため、板ガラスが吹出口を通過する際に生じ得る板ガラスの鉛直方向のばたつきを防止することができる。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の他の形態に係る検査ユニットは、成形方向を有する矩形状の板ガラスを、当該成形方向に搬入し、下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、成形方向が搬送方向に直交するよう前記板ガラスを回転させる回転装置と、送りを一端停止して前記板ガラスの四辺を検査する全エッジ検査装置と、通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、通過する前記板ガラスの面のうち成形方向に直交する線上を検査する線上検査装置と、を備え、前記回転装置の下流側には、前記面検査装置、及び前記線上検査装置が配置されている。

40

【 0 0 1 4 】

かかる構成によれば、平行エッジ検査装置及び直交エッジ検査装置に代えて全エッジ検査装置が採用されているが、面検査装置及び線上検査装置が回転装置の下流側に集めて配置されているため、この場合であっても板ガラスを効率よく検査することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の他の形態に係る検査ユニットは、成形方向を有する矩形状の板ガラスを、当該成形方向と直交する方向に搬入し、下流へ送りながら検査する検査ユニットであって、送りを一端停止して前記板ガラスの四辺を検査する全エッジ検査装置と、通過する前記板ガラスの全面を検査する面検査装置と、通過する前記板ガラスの面のうち成形方向に直交する線上を検査する線上検査装置と、を備えている。

50

【 0 0 1 6 】

また、上記の検査ユニットにおいて、前記全エッジ検査装置は、前記板ガラスの四辺の欠陥を検出するとともに、各辺の位置に基づいて前記板ガラスの成形方向の寸法、及び成形方向に直交する方向の寸法を算出し、前記面検査装置は、前記板ガラスの表面及び内部の欠陥を検出し、前記線上検査装置は、前記板ガラスの厚さを測定するとともに、前記板ガラスの脈理を検出するように構成してもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

上記のように、本発明によれば、成形方向を有する板ガラスの検査を効率よく行うことができる検査ユニットを提供することができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る製造設備の要部を示した概略平面図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 に示すオフライン検査装置の概略斜視図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る製造設備の要部を示した概略平面図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の第 3 実施形態に係る製造設備の要部を示した概略平面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の第 4 実施形態に係る製造設備の要部を示した概略平面図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明に係る実施形態について図を参照しながら説明する。以下では、全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

【 0 0 2 0 】

(第 1 実施形態)

まず、図 1 及び図 2 を参照して、本発明の第 1 実施形態に係る板ガラスの製造設備 1 0 0 について説明する。図 1 は、本実施形態に係る製造設備 1 0 0 の要部を示した概略平面図である。図中、板ガラス 1 0 1 は送りローラー等によって紙面右から左へと搬送される。図の A から H の符号を付した板ガラス 1 0 1 は、時間の経過に伴う板ガラス 1 0 1 の向き及び位置を示している。以下では、図中において A から H までの符号を付した板ガラス 1 0 1 の位置を例えば「位置 A」などと称して説明する。また、本実施形態の板ガラス 1 0 1 は、製造ラインの上流側に位置する溶解炉（図示せず）から送り出されるようにして成形されており、「成形方向」を有している。板ガラス 1 0 1 は長形状（矩形状）に形成されているが、その長辺と成形方向が平行の関係にある。図 1 に示すように、本実施形態に係る製造設備 1 0 0 は、清掃ユニット 1 0 と、検査ユニット 2 0 と、を備えている。

30

【 0 0 2 1 】

清掃ユニット 1 0 は、通過する板ガラス 1 0 1 を清掃するユニットである。清掃ユニット 1 0 へは、板ガラス 1 0 1 が図示しない前工程において任意の大きさに切断された後に搬入される。清掃ユニット 1 0 では、板ガラス 1 0 1 を切断した際に付着した切り粉等を除去し、下流側に位置する検査ユニット 2 0 へと板ガラス 1 0 1 を搬送する。また、本実施形態では、清掃ユニット 1 0 には、板ガラス 1 0 1 が成形方向に搬入される。つまり、板ガラス 1 0 1 は、長辺と搬入方向とが一致するようにして清掃ユニット 1 0 に搬入される。

40

【 0 0 2 2 】

また、清掃ユニット 1 0 は、通過する板ガラス 1 0 1 に空気を吹き付ける吹出口 1 1 を有している。図 1 において、板ガラス 1 0 1 が位置 A から位置 B へと移動する際にこの吹出口 1 1 を通過する。吹出口 1 1 は、板ガラス 1 0 1 の搬送方向に直交する方向に延びるのではなく、搬送方向に直交する方向に対して傾斜する方向に延びている。かかる構成に

50

よれば、板ガラス１０１が吹出口１１にさしかかったところで空気の力が板ガラス１０１に一気に加わるのを防ぎ、板ガラス１０１に空気の力を緩やかに加えることができる。そのため、板ガラス１０１が吹出口１１を通過する際に生じ得る板ガラス１０１の鉛直方向のばたつきを防止することができる。

【００２３】

検査ユニット２０は、板ガラス１０１を下流へ搬送しながら検査するユニットである。図１では、板ガラス１０１は位置Ｂから位置Ｈへ移動する間に検査ユニット２０によって検査が行われる。本実施形態では、板ガラス１０１は上述した清掃ユニット１０から回転することなくそのまま検査ユニット２０へと搬入される。つまり、板ガラス１０１は成形方向と搬送方向が一致するようにして検査ユニット２０へと搬送される。また、図１に示すように、検査ユニット２０は、平行エッジ検査装置３０と、回転装置４０と、直交エッジ検査装置５０と、面検査装置６０と、線上検査装置７０と、高速応力測定装置８０と、オフライン検査装置９０と、を備えている。これらの装置は、オフライン検査装置９０を除き直線上に配置されている。

10

【００２４】

平行エッジ検査装置３０は、通過する板ガラス１０１のうち成形方向に延びる辺（長辺）の欠陥の有無を検査する装置である。平行エッジ検査装置３０は、２台のＣＣＤカメラ３１を有している。各ＣＣＤカメラ３１は、板ガラス１０１の上方であって、板ガラス１０１の両長辺に対応する位置に配置されている。このＣＣＤカメラ３１により、板ガラス１０１が位置Ｂから位置Ｃに移動する際に、板ガラス１０１の長辺が撮影される。そして、平行エッジ検査装置３０は、ＣＣＤカメラ３１の撮影によって得た画像データに基づいて、長辺に欠陥（欠け、ひび、研削ムラ、及び汚れ）が無いか判断する。また、画像データにより板ガラス１０１の長辺の位置が測定できるため、この長辺の位置に基づいて一方の長辺から他方の長辺までの距離、すなわち短辺の寸法を算出することができる。なお、検査品質向上のため、板ガラス１０１の上方、下方、側方の３箇所にＣＣＤカメラ３１を同時に設置してもよい。

20

【００２５】

回転装置４０は、板ガラス１０１を水平に回転させる装置である。本実施形態では、板ガラス１０１を９０度回転させ、長辺が搬送方向に直交するようにする。これにより、回転装置４０よりも下流側では、板ガラス１０１は成形方向と直交する方向に搬送される。回転装置４０は、本実施形態では吸盤を有するアーム４１で板ガラス１０１を位置Ｃで吸着して持ち上げ、回転させた後に位置Ｄに降ろす。ただし、回転装置４０の具体的な構成はこれに限定されず、いかなる方法で回転させてもよい。

30

【００２６】

ここで、回転装置４０の位置を基準とすると、検査ユニット２０を構成する各装置の配列は次のようになる。すなわち、回転装置４０の上流側には、平行エッジ検査装置３０が配置されている。また、回転装置４０の下流側には、直交エッジ検査装置５０、面検査装置６０、線上検査装置７０、及び高速応力測定装置８０が配置されている。なお、高速応力測定装置８０の位置は特に限定されない。また、直交エッジ検査装置５０、面検査装置６０、及び線上検査装置７０は、回転装置４０の下流側に位置していればよく、これら３つの装置の位置は入れ替えてもよい。

40

【００２７】

直交エッジ検査装置５０は、通過する板ガラス１０１の成形方向に直交する辺（短辺）の欠陥の有無を検査する装置である。直交エッジ検査装置５０は、２台のＣＣＤカメラ５１を有している。ＣＣＤカメラ５１は、板ガラス１０１の上方であって、板ガラス１０１の短辺に対応する位置に配置されている。このＣＣＤカメラ５１により、板ガラス１０１が位置Ｄから位置Ｅに移動する際に、板ガラス１０１の短辺が撮影される。そして、撮影によって得た画像データに基づいて、短辺に欠陥が無いか判断する。また、画像データにより板ガラス１０１の短辺の位置が測定できるため、この短辺の位置に基づいて一方の短辺から他方の短辺までの距離、すなわち長辺の寸法もあわせて算出する。なお、検査品質

50

向上のため、板ガラス１０１の上方、下方、側方の３箇所にＣＣＤカメラ５１を同時に設置してもよい。

【００２８】

面検査装置６０は、通過する板ガラス１０１の全面を検査する装置である。面検査装置６０は、複数のＣＣＤカメラ６１を有している。ＣＣＤカメラ６１は、板ガラス１０１の上方であって、搬送方向に直交する方向に並べて配置されている。これらのＣＣＤカメラ６１により、板ガラス１０１が位置Ｅから位置Ｆに移動する際に、板ガラス１０１の全面が撮影される。そして、撮影によって得た画像データに基づいて、板ガラス１０１の表面の欠陥（傷、異物の付着）及び内部の欠陥（泡、異物の混入）が無い判断する。なお、板ガラス１０１の表面の傷は、成形方向に延びるようにして形成されやすい。そのため、成形方向に直交する方向に向かって表面を観測することで、傷があった場合には画像データに変化が生じやすくなり、傷を検出しやすい。つまり、かかる構成によれば、表面の検査精度を向上させることができる。

10

【００２９】

線上検査装置７０は、通過する板ガラス１０１の面を成形方向に直交する線上に（成形方向に直交する方向に相対的に移動しながら）検査する装置である。線上検査装置７０は、厚さ測定センサ７１と、脈理検査センサ７２とを有している。厚さ測定センサ７１は、板ガラス１０１の上方から照射されて、板ガラス１０１の上面及び下面に反射した光を観測する。線上検査装置７０は、この観測結果に基づいて、検査位置における板ガラス１０１の厚さを測定することができる。また、脈理検査センサ７２は、板ガラス１０１内を通過した光を観測する。線上検査装置７０は、この観測結果に基づいて、板ガラス１０１内の脈理を検出することができる。図１では、板ガラス１０１が位置Ｆから位置Ｇに移動する際に、板ガラス１０１の厚さが測定されるとともに脈理の有無が検査される。ここで、成形方向を有する板ガラス１０１は、成形方向に対して直交する方向に厚みの変化が生じやすい。また、脈理は成形方向に延びるように形成される。そのため、本実施形態のように成形方向に直交する方向へ相対的に移動しながら厚みや脈理を検査することで、板ガラスの異常な厚みや脈理を精度よく検出することができる。

20

【００３０】

高速応力測定装置８０は、板ガラス１０１内における残留応力を高速で測定する装置である。高速応力測定装置８０は、複数の応力測定センサ８１を有している。応力測定センサ８１は、板ガラス１０１の上方であって、搬送方向に直交する方向に並べて配置されている。高速応力測定装置８０は、板ガラス１０１の下方に位置する発光部（図示せず）を有している。発光部は、板ガラス１０１の下面に向かってレーザー光を照射する。レーザー光は、この板ガラス１０１内を通過し、応力測定センサ８１で受光される。そして、高速応力測定装置８０は、応力測定センサ８１に入射するレーザー光の角度に基づいて残留応力を算出する。図１では、板ガラスが位置Ｇから位置Ｈへ移動する際に、その板ガラス１０１の残留応力が測定される。通常、残留応力を精度よく測定するには比較的時間がかかるが、本実施形態の高速応力測定装置８０では、応力測定センサ８１及び発光部を複数配置するとともに、測定数を減らすことにより測定的高速化を実現している。

30

【００３１】

オフライン検査装置９０は、製造ラインから取り出された板ガラス１０１の検査を行う装置である。板ガラス１０１の取り出しは、自動で行ってもよく手動で行ってもよい。なお、本実施形態では、オフライン検査装置９０で検査する板ガラス１０１は、位置Ｇから取り出すように構成されている。本実施形態のオフライン検査装置９０では、板ガラス１０１に生じる残留応力の測定と板厚の測定を同時に行う。ここで、図２はオフライン検査装置９０の概略斜視図である。オフライン検査装置９０ではその上に板ガラス１０１を載せて検査を行うが、以下では、この板ガラスの長辺に平行な方向（紙面右上・左下方向）を「Ｘ方向」とし、板ガラス１０１の短辺に平行な方向（紙面左上・右下方向）を「Ｙ方向」とする。

40

【００３２】

50

図 2 に示すように、オフライン検査装置 90 は、テーブル 91 と、駆動部 92 と、板厚センサ 93 と、応力測定センサ 94 とを有している。テーブル 91 は、板ガラス 101 を水平に載せる台であって、X 方向にスライドできるように構成されている。また、テーブル 91 には表面に対して垂直な方向に貫通する貫通孔（図示せず）が規則的に複数形成されている。テーブル 91 の下方には発光部（図示せず）が配置されており、この発光部からレーザー光が発せられると、レーザー光は貫通孔を通して板ガラス 101 へ照射される。駆動部 92 は、テーブル 91 の上方に位置し、Y 方向に延びるレール 95 に沿って Y 方向に駆動する。駆動部 92 には、板厚センサ 93 及び応力測定センサ 94 が設けられている。つまり、板厚センサ 93 及び応力測定センサ 94 は、隣接して配置されており、駆動部 92 とともに Y 方向に同時に移動するよう構成されている。なお、応力測定センサ 94 の Y 方向の移動に伴って、前述した発光部も Y 方向に移動する。

10

【0033】

板厚センサ 93 は、板ガラス 101 の反りを検査することができ、板ガラス 101 に反射した光を受光する。そして、板厚センサ 93 が受光した光の角度に基づいて、板ガラス 101 の反りを検出する。さらに、この検出データから、板ガラス 101 の板厚を算出することができる。応力測定センサ 94 は、上述した高速応力測定装置 80 の応力測定センサ 81 と基本的には同じである。ただし、オフライン検査装置 90 の応力測定センサ 94 は、高速応力測定装置 80 の応力測定センサ 81 よりも検出精度が高い。さらに、本実施形態では、応力測定センサ 94 で受光した発光部からのレーザー光の角度だけではなく、板厚センサ 93 が算出した実際の板ガラス 101 の板厚に基づいて、残留応力を算出（測定）している。

20

【0034】

例えば、応力測定センサ 94 が受光するレーザー光の角度が同じであったとしても、板ガラス 101 の板厚が異なれば残留応力は同じではない。つまり、正確な残留応力の測定には、板ガラス 101 の板厚の情報が必要である。ところが、従来は、板ガラス 101 の残留応力を測定する装置は、板ガラス 101 の板厚の測定が可能な装置から独立して設けられていた。そのため、残留応力は、板ガラス 101 の板厚が一定であると仮定して算出され、その結果、10%程度の誤差が生じていた。これに対し、本実施形態のオフライン検査装置 90 は、板厚センサ 93 及び応力測定センサ 94 の両方を備えているため、実際の板ガラス 101 の板厚に基づいて残留応力を算出することができ、その結果、高い精度をもって残留応力の測定が可能となり、品質管理も容易となる。

30

【0035】

以上の構成を備えたオフライン検査装置 90 は、次のように板ガラス 101 の検査を行う。まず、テーブル 91 の X 方向位置を調整し、板厚センサ 93 及び応力測定センサ 94 が板ガラス 101 の一方の短辺付近を測定できるようにする。次に、テーブル 91 の位置を固定したまま、駆動部 92 を板ガラス 101 の一方の長辺から他方の長辺まで Y 方向に少しずつ位置を変え、板ガラス 101 の板厚測定及び応力測定を行う。そして、駆動部 92 が板ガラス 101 の他方の長辺にまで達すると、今度はテーブル 91 を X 方向にわずかに移動させ、同じようにして板ガラス 101 の他方の長辺から一方の長辺まで駆動部 92 の位置を少しずつ変えながら板厚測定と応力測定を行う。以上の作業を繰り返し、板ガラス 101 の全体にわたって検査を行ったところでオフライン検査は終了する。なお、板厚測定と応力測定は、精度よく行うといずれも比較的時間がかかるが、本実施形態のオフライン検査装置 90 では、これらの検査を同時に行うことができるため、測定時間が短くなる上、非常に高精度かつ効率的である。

40

【0036】

以上が本実施形態に係る板ガラスの製造設備 100 の説明である。本実施形態の検査ユニット 20 は、成形方向と直交する方向から検査を行うと高い精度で欠陥を検出することができる面検査装置 60 及び線上検査装置 70 を備えている。そして、これらの装置は、回転装置 40 の下流に集めて配置されているため、板ガラス 101 の方向転換を繰り返す必要もなく、効率よく検査を行うことができる。なお、本実施形態では、検査ユニット 2

50

0が高速応力測定装置80を備えているが、オフライン検査装置90でも板ガラス101の残留応力を測定できるため、検査ユニット20はオフライン検査装置90を備えていなくてもよい。

【0037】

(第2実施形態)

次に、図3を参照して、本発明の第2実施形態に係る板ガラス101の製造設備200について説明する。図3は、本実施形態に係る製造設備200の要部を示した概略平面図である。本実施形態と第1実施形態を対比すると、本実施形態に係る製造設備200は、板ガラス101の搬入方向、及び、検査ユニット20を構成する装置の配置順の点において、第1実施形態に係る製造設備100と異なる。それ以外の点については、両設備は基本的

10

【0038】

具体的には、本実施形態において、清掃ユニット10及び検査ユニット20には、成形方向と直交する方向で板ガラス101が搬入されている。また、検査ユニット20を構成する装置の配置順は、回転装置40を基準とすると次のようになる。つまり、回転装置40の上流側には、直交エッジ検査装置50、面検査装置60、及び線上検査装置70が配置されている。また、回転装置40の下流側には、平行エッジ検査装置30、及び高速応力測定装置80が配置されている。このように、本実施形態の場合には、面検査装置60及び線上検査装置70等を回転装置40の上流に集めて配置しているため、第1実施形態の場合と同様に、板ガラス101の方向転換を繰り返す必要もなく、高い精度の検査を効

20

【0039】

(第3実施形態)

次に、図4を参照して、本発明の第3実施形態に係る板ガラス101の製造設備300について説明する。図4は、本実施形態に係る製造設備300の要部を示した概略平面図である。本実施形態と第1実施形態を対比すると、本実施形態に係る製造設備300は、検査ユニット20が平行エッジ検査装置30及び直交エッジ検査装置50を備えておらず、これらに代えて全エッジ検査装置35を備えている点で、第1実施形態に係る製造設備100と構成が異なる。それ以外の点については、両設備は基本的に同じ構成を有している。そのため、ここでは全エッジ検査装置35を中心に説明する。

30

【0040】

本実施形態の全エッジ検査装置35は、板ガラス101の四辺を検査する装置である。全エッジ検査装置35は、4台のCCDカメラ36を有している。各CCDカメラ36は、板ガラス101の上方に位置し、それぞれ板ガラス101の四辺に対応する位置に配置されている。全エッジ検査装置35に搬入された板ガラス101は送りが一旦停止され、その状態で各CCDカメラ36が対応する辺に沿って移動する。そして、各CCDカメラ36が対応する辺に沿って移動する間に、その辺を撮影する。そして、全エッジ検査装置35は、各CCDカメラ36の撮影によって得た画像データに基づいて、各辺に欠陥が無いか判断する。なお、以上では全エッジ検査装置35が4台のCCDカメラ36を有している場合について説明したが、このような構成に限られない。例えば、CCDカメラ36

40

【0041】

また、画像データにより板ガラス101の短辺及び長辺の位置が測定でき、これらの測定結果に基づいて、板ガラス101の長辺の寸法及び短辺の寸法を算出することができる。なお、本実施形態では、全エッジ検査装置35は、回転装置40の下流側に配置されているが、回転装置40の上流側に配置されていてもよい。本実施形態では、平行エッジ検査装置30及び直交エッジ検査装置50に代えて全エッジ検査装置35が採用されているが、面検査装置60及び線上検査装置70が回転装置40の下流側に集めて配置されてい

50

ることに変わりなく、本実施形態の場合であっても板ガラス 101 を効率よく検査することができる。

【0042】

(第4実施形態)

次に、図5を参照して、本発明の第4実施形態に係る板ガラス101の製造設備400について説明する。図5は、本実施形態に係る製造設備400の要部を示した概略平面図ある。本実施形態と第2実施形態を対比すると、本実施形態に係る製造設備400は、検査ユニット20が平行エッジ検査装置30及び直交エッジ検査装置50を備えておらず、これらに代えて全エッジ検査装置35を備えており、さらに、回転装置40を備えていない点で、第2実施形態に係る製造設備200と構成が異なる。それ以外の点については、両設備は基本的に同じ構成を有している。

10

【0043】

なお、本実施形態の全エッジ検査装置35は、第3実施形態で説明した全エッジ検査装置35と同じである。本実施形態では、板ガラス101が成形方向と直交する方向で検査ユニット20に搬入されるため、板ガラス101を回転して向きを変えなくとも、面検査装置60及び線上検査装置70で精度のよい検査が可能である。そのため、本実施形態の検査ユニット20では、回転装置40を省略することができる。本実施形態の場合も面検査装置60及び線上検査装置70が集めて配置されており、他の実施形態と同様に、板ガラス101を効率よく検査することができる。

【0044】

20

以上、本発明の実施形態について図を参照して説明したが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更等があっても本発明に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明によれば、成形方向を有する板ガラスの検査を効率よく行うことができる検査ユニットを提供することができる。よって、本発明は、検査ユニットを含む板ガラスの製造設備の技術分野において有益である。

【符号の説明】

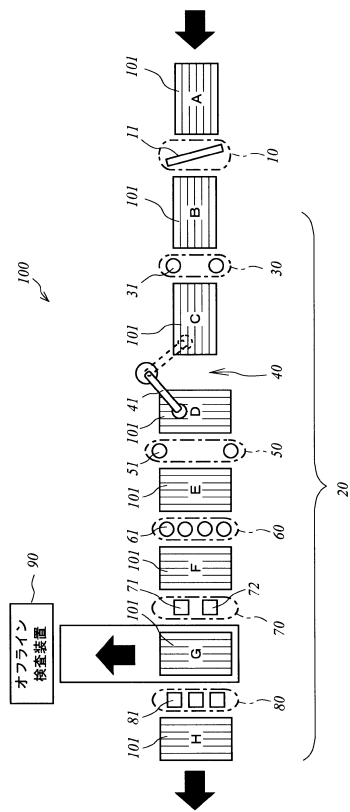
【0046】

30

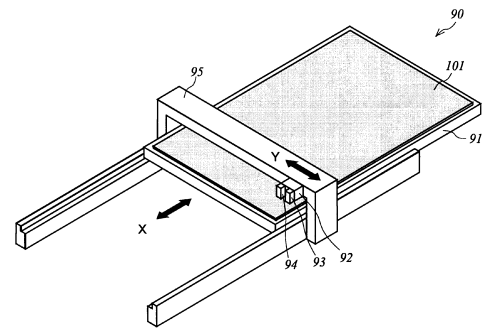
- 10 清掃ユニット
- 11 吹出口
- 20 検査ユニット
- 30 平行エッジ検査装置
- 35 全エッジ検査装置
- 40 回転装置
- 50 直交エッジ検査装置
- 60 面検査装置
- 70 線上検査装置
- 71 厚さ測定センサ
- 72 脈理検査センサ
- 80 高速応力測定装置
- 81 応力測定センサ
- 90 オフライン検査装置
- 92 駆動部
- 93 板厚センサ
- 94 応力測定センサ
- 100、200、300、400 製造設備

40

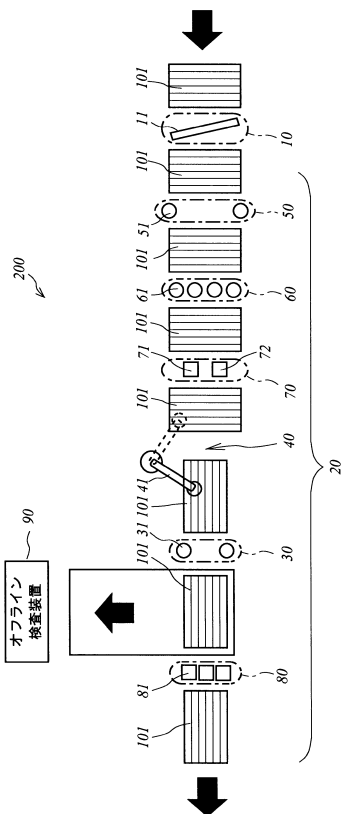
【図 1】



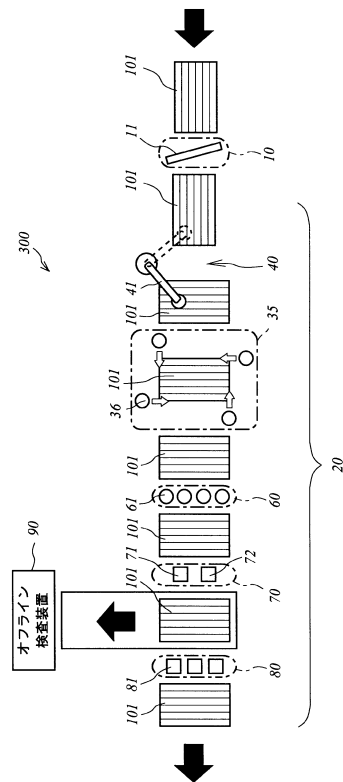
【図 2】



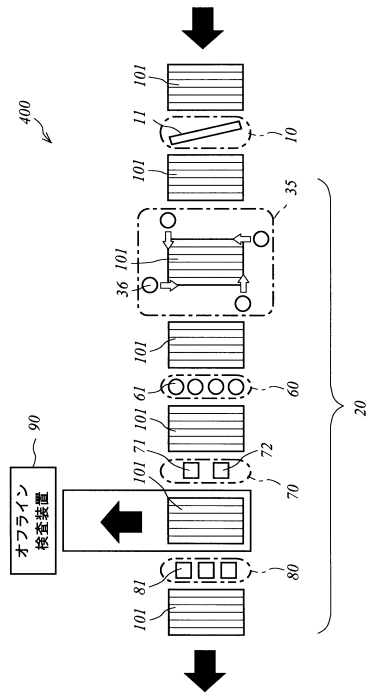
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 松谷 洋平

- (56)参考文献 特開2010-019834(JP,A)
特表2009-512839(JP,A)
特開2006-300663(JP,A)
実開平06-069824(JP,U)
特開2011-227049(JP,A)
特開2006-220540(JP,A)
特開2009-222428(JP,A)
特開2008-076171(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/958
G01B 11/30