

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6026603号

(P6026603)

(45) 発行日 平成28年11月16日 (2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日 (2016.10.21)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/677 (2006.01)	H O 1 L 21/68 A
B 6 5 G 49/06 (2006.01)	B 6 5 G 49/06 Z
G O 1 N 21/958 (2006.01)	G O 1 N 21/958

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-157709 (P2015-157709)	(73) 特許権者	598055910
(22) 出願日	平成27年8月7日 (2015.8.7)		AvanStrate株式会社
(62) 分割の表示	特願2012-218267 (P2012-218267)		東京都品川区西五反田1丁目11番1号
原出願日	平成24年9月28日 (2012.9.28)	(74) 代理人	100111187
(65) 公開番号	特開2015-207791 (P2015-207791A)		弁理士 加藤 秀忠
(43) 公開日	平成27年11月19日 (2015.11.19)	(74) 代理人	100159916
審査請求日	平成27年8月7日 (2015.8.7)		弁理士 石川 貴之
		(72) 発明者	伊▲せ▼ 広教
			三重県四日市市千歳町2番地 AvanStrate株式会社内
		審査官	中田 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス基板の搬送装置、および、ガラス基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス基板の表面に気体を吹き付けて前記ガラス基板を浮上させる基板浮上ユニットと、

前記基板浮上ユニットによって浮上させた前記ガラス基板を搬送方向に沿って搬送する基板搬送ユニットと、

前記基板搬送ユニットによって搬送される前記ガラス基板を検査する基板検査ユニットと、
を備え、

前記基板浮上ユニットは、前記搬送方向に沿って間隔を空けて配置される複数のフロートパネルを有し、

前記フロートパネルは、前記気体を噴出する気体噴出機構と、搬送される前記ガラス基板の前記表面と対向する基板対向面とを有し、かつ、前記搬送方向に直交する方向である前記ガラス基板の幅方向に沿って延び、

前記基板検査ユニットは、前記搬送方向に沿って隣り合う2つの前記フロートパネル間の空間であるスリットの上方を通過する前記ガラス基板の前記幅方向の全領域を検査し、

前記フロートパネルは、前記搬送方向に向かうに従って前記基板対向面の高さ位置が徐々に下がるように配置され、

前記基板浮上ユニットは、前記搬送方向に向かうに従って、前記フロートパネルの前記気体噴出機構から噴出される前記気体の流量を徐々に増加させる、

10

20

ガラス基板の搬送装置。

【請求項 2】

前記基板検査ユニットは、前記スリットにおいて前記幅方向に沿って配置される複数の光学デバイスを有し、

前記光学デバイスは、前記ガラス基板を検査する、
請求項 1 に記載のガラス基板の搬送装置。

【請求項 3】

前記搬送方向に沿って配置されている前記フロートパネルの前記基板対向面は、水平面に平行である、

請求項 1 または 2 に記載のガラス基板の搬送装置。

10

【請求項 4】

ガラス基板の表面に気体を吹き付けて前記ガラス基板を浮上させる基板浮上工程と、
前記基板浮上工程によって浮上させた前記ガラス基板を搬送方向に沿って搬送する基板搬送工程と、

前記基板搬送工程で搬送される前記ガラス基板を検査する基板検査工程と、
を備え、

前記基板浮上工程において、前記搬送方向に沿って間隔を空けて配置される複数のフロートパネルによって、前記ガラス基板が浮上させられ、

前記フロートパネルは、前記気体を噴出する気体噴出機構と、搬送される前記ガラス基板の前記表面と対向する基板対向面とを有し、かつ、前記搬送方向に直交する方向である
前記ガラス基板の幅方向に沿って延び、

20

前記基板検査工程は、前記搬送方向に沿って隣り合う 2 つの前記フロートパネル間の空間であるスリットの上方を通過する前記ガラス基板の前記幅方向の全領域を検査し、

前記フロートパネルは、前記搬送方向に向かうに従って前記基板対向面の高さ位置が徐々に下がるように配置され、

前記基板浮上工程は、前記搬送方向に向かうに従って、前記フロートパネルの前記気体噴出機構から噴出される前記気体の流量を徐々に増加させる、

ガラス基板の製造方法。

【請求項 5】

前記基板検査工程は、前記スリットにおいて前記幅方向に沿って配置される複数の光学
デバイスによって、前記ガラス基板を検査する、

30

請求項 4 に記載のガラス基板の製造方法。

【請求項 6】

前記搬送方向に沿って配置されている前記フロートパネルの前記基板対向面は、水平面に平行である、

請求項 4 または 5 に記載のガラス基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、ガラス基板の搬送装置、および、ガラス基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置等のフラットパネルディスプレイ（FPD）の製造工程では、ガラス基板の表面に、TFT（Thin Film Transistor）等の半導体素子、および、ブラックマトリックス樹脂等からなるパターンが形成される。パターンが形成されるガラス基板の表面に、傷、クラックおよび異物等の欠陥が存在すると、パターンが良好に形成されず、最終製品である FPD の不良の原因となる。特に、ガラス基板の表面に形成される微小な傷およびクラックは、ガラス基板の機械的強度を低下させ、FPD の製造工程においてガラス基板が割れる原因となる。そのため、ガラス基板の表面に欠陥が存在しないことが求められて

50

いる。

【0003】

ガラス基板の製造工程では、成形されたガラスシートが所定の大きさに切断されて、製品として出荷されるサイズのガラス基板が得られる。その後、ガラス基板は、研削および研磨による端面加工工程、洗浄工程および検査工程を経て、梱包されて出荷される。検査工程では、例えば、ガラス基板が搬送されながら、ガラス基板の表面に存在する傷、クラックおよび異物等の欠陥が光学的に検知される。

【0004】

ガラス基板の検査工程では、従来、ガラス基板の搬送装置として、ローラコンベアが用いられている。しかし、ローラコンベアのローラにガラスの微小片等の異物が付着すると、回転するローラと接触することで搬送されるガラス基板の表面に、異物による傷が形成される。この問題を解決するために、近年、特許文献1（特開2006-188313号公報）に開示されるように、ガラス基板の表面に気体を吹き付けてガラス基板を浮上させ、ガラス基板の端部を吸着保持して搬送するガラス基板の搬送装置が用いられている。この搬送装置を用いる方法では、ガラス基板は、搬送装置と接触することなく、浮上した状態で搬送される。そのため、ガラス基板が搬送装置と接触することによりガラス基板の表面に欠陥が生じることが抑制される。

10

【0005】

しかし、ガラス基板を浮上させて搬送する場合、ガラス基板自体の反りに起因して、ガラス基板が搬送装置と接触してしまう場合がある。そして、ガラス基板の反りは、以下の3つの理由により完全に測定することが困難である。第1の理由として、大量生産されるガラス基板のそれぞれについて、その自由形状を測定することは現実的に困難である。第2の理由として、大量生産されるガラス基板から検査用のガラス基板を抜き取って反りを測定することで、特定の生産ロットにおける反りの傾向を予測しようとしても、ガラス基板の自由形状はある程度の範囲で変化する。第3の理由として、大型のマザーガラスから採取された複数の小型のガラス基板の自由形状の測定は、特に困難である。

20

【0006】

この問題を解決するために、特許文献2（特開2012-96920号公報）には、ガラス基板の表面に気体を吹き付けてガラス基板を浮上させると同時に、気体を吸引してガラス基板に下向きの力を与えるガラス基板の搬送装置が開示されている。この搬送装置を用いる搬送方法では、浮上した状態で搬送されるガラス基板の形状がある程度強制されるので、ガラス基板の反りの影響が軽減される。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献2に開示されるように、ガラス基板の搬送装置が、ガラス基板の搬送方向に沿って所定の間隔を空けて配置される複数のフロートパネルから構成される場合、ガラス基板の反りに起因する別の問題が発生する。具体的には、ガラス基板の搬送方向に沿って隣り合うフロートパネル間の領域では、ガラス基板は下向きの力を受けないため、ガラス基板の形状が強制されない。そのため、この領域では、ガラス基板が自身の固有の形状に戻ろうとして、ガラス基板に反りが生じる可能性がある。従って、フロートパネル間の領域をガラス基板が通過する際に、反りによって垂れ下がっているガラス基板の端部が搬送装置に接触して、ガラス基板が割れるおそれがある。

40

【0008】

本発明の目的は、ガラス基板を安定的に浮上させて搬送することで、ガラス基板の欠陥の発生を抑制することができるガラス基板の搬送装置、および、ガラス基板の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るガラス基板の搬送装置は、基板浮上ユニットと、基板搬送ユニットとを備

50

える。基板浮上ユニットは、ガラス基板の表面に気体を吹き付けてガラス基板を浮上させるユニットである。基板搬送ユニットは、基板浮上ユニットによって浮上させたガラス基板を搬送方向に沿って搬送するユニットである。基板検査ユニットは、基板搬送ユニットによって搬送されるガラス基板を検査するユニットである。基板浮上ユニットは、搬送方向に沿って間隔を空けて配置される複数のフロートパネルを有する。フロートパネルは、気体噴出機構と、基板対向面とを有する。気体噴出機構は、ガラス基板の表面に吹き付けられる気体を噴出する。基板対向面は、搬送されるガラス基板の、気体が吹き付けられる表面と対向する面である。フロートパネルは、搬送方向に向かうに従って基板対向面の高さ位置が徐々に下がるように配置される。

【0010】

10

本発明に係るガラス基板の搬送装置は、ガラス基板を所定の搬送方向に沿って搬送する装置である。ガラス基板を浮上させる基板浮上ユニットは、ガラス基板の搬送方向に沿って複数のフロートパネルが所定の間隔を空けて配置されている構成を有している。

【0011】

このガラス基板の搬送装置では、浮上して搬送されるガラス基板は、基板浮上ユニットの上方では、その形状がある程度強制される。そのため、基板浮上ユニットの上方では、ガラス基板の反りが軽減される。一方、浮上して搬送されるガラス基板は、搬送方向に沿って隣り合うフロートパネル間の領域を通過する間、その形状が強制されないので、自身の固有の形状に戻ろうとする。そのため、フロートパネル間の領域では、ガラス基板の反りが生じる可能性がある。しかし、フロートパネルは、ガラス基板の搬送方向に沿って、搬送されるガラス基板の下面と対向する基板対向面の高さ位置が徐々に下がるように、階段状に配置されている。そのため、フロートパネル間の領域を通過しているガラス基板の端部が、反りによって垂れ下がっている場合においても、ガラス基板の端部がフロートパネルに接触することが抑制される。

20

【0012】

従って、このガラス基板の搬送装置は、ガラス基板を安定的に浮上させて搬送することで、ガラス基板の欠陥の発生を抑制することができる。

【0013】

また、搬送方向に沿って配置されているフロートパネルの基板対向面は、水平面に平行であることが好ましい。

30

【0014】

また、基板浮上ユニットは、搬送方向に向かうに従って、フロートパネルの気体噴出機構から噴出される気体の流量を徐々に増加させることが好ましい。

【0015】

フロートパネルの気体噴出機構から噴出される気体の流量が、ガラス基板の搬送方向に沿って一定である場合、搬送されるガラス基板の高さ位置は、フロートパネルの基板対向面の高さ位置に併せて徐々に低下する。しかし、ガラス基板の搬送方向に沿って、気体噴出機構から噴出される気体の流量を徐々に増加させることで、搬送されるガラス基板の高さ位置の低下を抑制することができる。これにより、基板搬送ユニットによって搬送されるガラス基板の変形を抑制することができる。

40

【0016】

また、本発明に係るガラス基板の搬送装置は、基板検査ユニットをさらに備えることが好ましい。基板検査ユニットは、基板搬送ユニットによって搬送されるガラス基板を検査する光学デバイスである。フロートパネルは、搬送方向に直交する方向であるガラス基板の幅方向に沿って延びる。基板検査ユニットは、隣り合うフロートパネルの間に配置される。

【0017】

このガラス基板の搬送装置は、ガラス基板の表面に形成されている欠陥を検出することができる。この装置では、ガラス基板の搬送方向に沿って隣り合うフロートパネル間に、ガラス基板の幅方向に延びている基板検査ユニットを設置することができる。そのため、

50

ガラス基板の搬送方向における、基板検査ユニットの設置空間を抑えることができる。

【0018】

本発明に係るガラス基板の製造方法は、基板浮上工程と、基板搬送工程と、基板処理工程とを備える。基板浮上工程は、ガラス基板の表面に気体を吹き付けてガラス基板を浮上させる工程である。基板搬送工程は、基板浮上工程によって浮上させたガラス基板を搬送方向に沿って搬送する工程である。基板処理工程は、基板搬送工程で搬送されるガラス基板を加工または検査する工程である。基板浮上工程において、搬送方向に沿って間隔を空けて配置される複数のフロートパネルによって、ガラス基板が浮上させられる。フロートパネルは、気体噴出機構と、基板対向面とを有する。気体噴出機構は、ガラス基板の表面に吹き付けられる気体を噴出する。基板対向面は、搬送されるガラス基板の、気体が吹き付けられる表面と対向する面である。フロートパネルは、搬送方向に向かうに従って基板対向面の高さ位置が徐々に下がるように配置される。

10

【0019】

また、搬送方向に沿って配置されているフロートパネルの基板対向面は、水平面に平行であることが好ましい。

【0020】

また、本発明に係るガラス基板の製造方法では、基板処理工程は、基板搬送工程で搬送されるガラス基板を検査する基板検査工程であることが好ましい。基板検査工程では、隣り合うフロートパネルの間に配置される光学デバイスによって、ガラス基板が検査される。

20

【発明の効果】

【0021】

本発明に係るガラス基板の搬送装置、および、ガラス基板の製造方法は、ガラス基板を安定的に浮上させて搬送することで、ガラス基板の欠陥の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施形態に係るガラス基板の製造工程のフローチャートである。

【図2】ガラス基板検査装置の外観図である。

【図3】基板浮上ユニットの上面図である。

【図4】基板浮上ユニットの側面図である。

30

【図5】図4の一部の拡大図である。

【図6】参考例としてのフロートパネルの配置を表す基板浮上ユニットの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

(1) ガラス基板の製造工程の概略

本発明に係るガラス基板の搬送装置の実施形態について、図面を参照しながら説明する。最初に、本実施形態で用いられるガラス基板検査装置100によって検査されるガラス基板10の製造工程について説明する。ガラス基板10は、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイおよび有機ELディスプレイ等のフラットパネルディスプレイ(FPD)の製造に用いられる。ガラス基板10は、例えば、0.2mm~0.8mmの厚みを有し、かつ、縦680mm~2200mmおよび横880mm~2500mmのサイズを有する。

40

【0024】

ガラス基板10の一例として、以下の組成を有するガラスが挙げられる。

【0025】

- (a) SiO₂: 50質量%~70質量%、
- (b) Al₂O₃: 10質量%~25質量%、
- (c) B₂O₃: 5質量%~18質量%、
- (d) MgO: 0質量%~10質量%、
- (e) CaO: 0質量%~20質量%、
- (f) SrO: 0質量%~20質量%、

50

(g) BaO: 0質量%～10質量%、

(h) RO: 5質量%～20質量% (Rは、Mg、Ca、SrおよびBaから選択される少なくとも1種である。)、

(i) R'₂O: 0質量%～2.0質量% (R'は、Li、NaおよびKから選択される少なくとも1種である。)、

(j) SnO₂、Fe₂O₃およびCeO₂から選ばれる少なくとも1種の金属酸化物。

【0026】

なお、上記の組成を有するガラスは、0.1質量%未満の範囲で、その他の微量成分の存在が許容される。

【0027】

図1は、ガラス基板10の製造工程を表すフローチャートの一例である。ガラス基板10の製造工程は、主として、成形工程(ステップS1)と、採板工程(ステップS2)と、切断工程(ステップS3)と、粗面化工程(ステップS4)と、端面加工工程(ステップS5)と、洗浄工程(ステップS6)と、検査工程(ステップS7)と、梱包工程(ステップS8)とからなる。

【0028】

成形工程S1では、ガラス原料を加熱して得られた熔融ガラスから、ダウンドロー法またはフロート法によって、ガラスシートが連続的に成形される。成形されたガラスシートは、歪みおよび反りが発生しないように温度制御されながら、ガラス徐冷点以下まで冷却される。

【0029】

採板工程S2では、成形工程S1で成形されたガラスシートが切断されて、所定の寸法を有する素板ガラスが得られる。

【0030】

切断工程S3では、採板工程S2で得られた素板ガラスが切断されて、製品サイズのガラス基板10が得られる。一般的に、素板ガラスは、カッターまたはレーザを用いて切断される。

【0031】

粗面化工程S4では、切断工程S3で得られたガラス基板10の表面粗さを増加させる粗面化処理が行われる。ガラス基板10の粗面化処理は、例えば、フッ化水素を含むエッチャントを用いるウエットエッチングである。

【0032】

端面加工工程S5では、粗面化工程S4で粗面化処理が行われたガラス基板10の端面加工が行われる。端面加工は、例えば、ガラス基板10の端面の研磨および研削、ガラス基板10のコーナーカットである。

【0033】

洗浄工程S6では、端面加工工程S5で端面加工処理が行われたガラス基板10が洗浄される。ガラス基板10には、素板ガラスの切断、および、ガラス基板10の端面加工によって生じた微小なガラス片や、雰囲気中に存在する有機物等の異物が付着している。ガラス基板10の洗浄によって、これらの異物が除去される。

【0034】

検査工程S7では、洗浄工程S6で洗浄されたガラス基板10が検査される。具体的には、ガラス基板10が搬送されながら、ガラス基板10の表面に存在する傷およびクラック、ガラス基板10の表面に付着している異物、および、ガラス基板10の内部に存在している微小な泡等の欠陥が、光学的に検知される。

【0035】

梱包工程S8では、検査工程S7における検査に合格したガラス基板10が、ガラス基板10を保護するための合紙と交互にパレット上に積層されて、梱包される。梱包されたガラス基板10は、FPDの製造業者等に出荷される。

【0036】

10

20

30

40

50

(2) ガラス基板検査装置の詳細

次に、本実施形態に係るガラス基板検査装置100について説明する。図2は、ガラス基板検査装置100の外観図である。ガラス基板検査装置100は、検査工程S7においてガラス基板10を検査するために用いられる。ガラス基板検査装置100は、水平状態に支持されたガラス基板10を所定の方向に搬送しながら、ガラス基板10の表面に存在する欠陥を光学的に検査する。ガラス基板検査装置100は、主として、基板浮上ユニット20と、基板搬送ユニット30と、基板検査ユニット40とからなる。ガラス基板検査装置100は、基板浮上ユニット20および基板搬送ユニット30からなるガラス基板の搬送装置を備えている。以下、図2に示されるように、水平状態のガラス基板10が搬送される方向を「搬送方向D1」と呼び、ガラス基板10の搬送方向に直交する水平面内の方向を「幅方向D2」と呼ぶ。また、ガラス基板10の端部であって、搬送方向D1に平行な端部を、「側端部」と呼び、ガラス基板10の端部であって、幅方向D2に平行な端部を、「前後端部」と呼ぶ。ガラス基板10は、図2において、符号D1で示される矢印の方向に搬送される。

10

【0037】

(2-1) 基板浮上ユニット

基板浮上ユニット20は、水平状態のガラス基板10の下面10aに気体を吹き付けてガラス基板10を浮上させるユニットである。基板浮上ユニット20は、主として、複数のフロートパネル22から構成される。図3は、基板浮上ユニット20の上面図である。図3において、フロートパネル22は、ハッチングされた領域で示されている。図4は、基板浮上ユニット20の側面図である。図5は、図4の一部の拡大図である。図4および図5では、鉛直方向の寸法が誇張されている。複数のフロートパネル22は、幅方向D2に沿って間隔を空けずに配置されることで、フロートパネルアレイ24を形成する。複数のフロートパネルアレイ24は、搬送方向D1に沿って所定の間隔を空けて配置される。以下、搬送方向D1に沿って隣り合う2つのフロートパネルアレイ24間の空間を「スリット26」と呼ぶ。スリット26は、図3に示されるように、幅方向D2に延びる空間である。

20

【0038】

フロートパネル22は、図5に示されるように、気体噴出機構22aと、基板対向面22bと、気体吸引機構22cとを有する。基板対向面22bは、フロートパネル22の上端面であって、図4に示されるように、搬送されるガラス基板10の下面10aと対向する面である。搬送方向D1に沿って配置されているフロートパネル22の基板対向面22bは、互いに平行である。本実施形態において、基板対向面22bは、水平面に平行であるが、基板対向面22bは、搬送方向D1に沿って僅かに傾斜していてもよい。フロートパネル22は、その基板対向面22bが水平面と平行になるように、設置される。各フロートパネルアレイ24を構成する全てのフロートパネル22の基板対向面22bは、同じ高さ位置を有している。すなわち、図3において、幅方向D2に隣り合って設置されている複数のフロートパネル22の基板対向面22bは、同じ高さ位置を有している。

30

【0039】

気体噴出機構22aは、基板対向面22bから上方に向かって、空気等の気体を噴出するための機構である。気体噴出機構22aは、例えば、基板対向面22bに形成される多数の微小孔である。気体噴出機構22aから上方に向かって噴出される気体は、搬送されるガラス基板10の下面10aに衝突する。これにより、搬送されるガラス基板10は、上向きの力を受ける。この上向きの力は、フロートパネル22の基板対向面22bからガラス基板10を浮上させる。

40

【0040】

気体吸引機構22cは、基板対向面22bの上方の空間から基板対向面22bに向かって、気体を吸引するための機構である。気体吸引機構22cは、例えば、基板対向面22bに形成される孔である。気体吸引機構22cによって気体が吸引されることで、搬送されるガラス基板10の下面10aと、基板対向面22bとの間において、気体吸引機構2

50

2 c の近傍の空間は、負圧の状態になる。これにより、搬送されるガラス基板 10 は、下向きの力を受ける。この下向きの力は、搬送されるガラス基板 10 の形状をある程度強制する。

【0041】

フロートパネルアレイ 24 の幅方向 D2 の寸法は、ガラス基板 10 の幅方向 D2 の寸法より長い。フロートパネル 22 の搬送方向 D1 の寸法 L1 は、例えば、100 mm ~ 150 mm である。スリット 26 の搬送方向 D1 の寸法 L2 は、例えば、25 mm ~ 30 mm である。浮上しているガラス基板 10 の下面 10 a と、フロートパネル 22 の基板対向面 22 b との間の距離 L3 は、例えば、25 μ m ~ 35 μ m である。

【0042】

フロートパネルアレイ 24 は、図 4 に示されるように、搬送方向 D1 に向かうに従って、フロートパネル 22 の基板対向面 22 b の高さ位置が徐々に下がるように配置される。具体的には、ガラス基板 10 が搬送される方向に進むに従って、基板対向面 22 b の高さ位置は、10 μ m ~ 20 μ m ずつ下がる。すなわち、図 5 に示されるように、搬送方向 D1 に隣り合う 2 つのフロートパネルアレイ 24 に関して、フロートパネル 22 の基板対向面 22 b の高さ位置の差 L4 は、10 μ m ~ 20 μ m である。

【0043】

また、基板浮上ユニット 20 では、搬送方向 D1 に向かうに従って、フロートパネル 22 の気体噴出機構 22 a から噴出される気体の流量が、徐々に増加する。すなわち、フロートパネル 22 の基板対向面 22 b の高さ位置が低いほど、フロートパネル 22 の気体噴出機構 22 a から噴出される気体の流量が大きい。

【0044】

(2-2) 基板搬送ユニット

基板搬送ユニット 30 は、基板浮上ユニット 20 によって浮上させたガラス基板 10 を、搬送方向 D1 に沿って搬送するユニットである。基板搬送ユニット 30 は、主として、基板保持部 32 と、基板搬送部 34 とを備える。

【0045】

基板保持部 32 は、ガラス基板 10 の側端部の一方を保持する。基板保持部 32 は、例えば、ガラス基板 10 を保持するための吸着機構を備えている。基板搬送部 34 は、基板保持部 32 を搬送方向 D1 に沿って移動させるリニア駆動機構を備えている。

【0046】

ガラス基板 10 は、基板搬送ユニット 30 によって搬送方向 D1 に沿って搬送される際に、フロートパネルアレイ 24 の上方の空間、および、スリット 26 の上方の空間を交互に通過する。

【0047】

(2-3) 基板検査ユニット

基板検査ユニット 40 は、基板搬送ユニット 30 によって搬送されるガラス基板 10 を検査するユニットである。基板検査ユニット 40 は、ガラス基板 10 の表面に存在する傷およびクラック、ガラス基板 10 の表面に付着している異物、および、ガラス基板 10 の内部に存在している微小な泡等の欠陥を光学的に検知する機能を有する光学デバイスである。

【0048】

本実施形態において、基板検査ユニット 40 は、図 4 に示されるように、一のスリット 26 に設置される複数のカメラ 40 a を有している。カメラ 40 a は、上方を通過するガラス基板 10 の表面を撮影する。基板検査ユニット 40 は、さらに、カメラ 40 a が設置されるスリット 26 の上方の空間に設置される光源 40 b を有している。光源 40 b は、下方を通過するガラス基板 10 の表面に向かって、高輝度の光を照射する。基板検査ユニット 40 は、光源 40 b がスリット 26 に設置され、かつ、カメラ 40 a がスリット 26 の上方の空間に設置されている構成を有してもよい。なお、搬送方向 D1 における、フロートパネル 22 の基板対向面 22 b の高さ位置の変化量は、カメラ 40 a の被写界深度を

10

20

30

40

50

逸脱しない範囲内に設定される。

【0049】

基板検査ユニット40の複数のカメラ40aは、ガラス基板10の幅方向D2の全領域を検査することができるように、一のスリット26において、幅方向D2に沿って設置されている。すなわち、一のスリット26に設置されたカメラ40aは、上方を通過するガラス基板10の幅方向D2の全領域を撮影することができる。

【0050】

基板検査ユニット40は、制御部（図示せず）をさらに有している。制御部は、搬送されるガラス基板10の表面に存在する欠陥を検出する機能を有するコンピュータである。例えば、制御部は、カメラ40aによって撮影されたガラス基板10の表面の画像を解析して、ガラス基板10の表面に存在する傷およびクラックや、ガラス基板10の表面に付着している異物等を検出する。

10

【0051】

基板検査ユニット40の制御部は、梱包工程S8においてガラス基板10を梱包するガラス基板梱包装置（図示せず）に接続されている。制御部は、表面の欠陥を有するガラス基板10を検出したことを基板梱包装置に通知する機能を有する。これにより、梱包工程S8において、ガラス基板梱包装置は、表面の欠陥を有するガラス基板10の梱包を防止することができる。

【0052】

（3）特徴

20

（3-1）

本実施形態に係るガラス基板検査装置100は、ガラス基板10を搬送方向D1に沿って搬送しながら、ガラス基板10の表面に形成されている欠陥を検出する。ガラス基板10を浮上させる基板浮上ユニット20は、搬送方向D1に沿って複数のフロートパネル22が所定の間隔L2を空けて設置されている構成を有している。

【0053】

フロートパネル22の上方を通過するガラス基板10には、気体噴出機構22aから噴出される気体により、上向きの力が作用する。また、フロートパネル22の上方を通過するガラス基板10には、気体吸引機構22cに吸引される気体により、下向きの力が作用する。上向きの力は、ガラス基板10を浮上させる力であり、下向きの力は、ガラス基板10の形状をある程度強制する力である。ガラス基板10は、固有の形状を有し、例えば、ガラス基板10の表面には、凹部および凸部が形成されている。上述のガラス基板10の形状を強制する力によって、ガラス基板10の表面は、凹部および凸部が形成されていない状態になる。

30

【0054】

しかし、搬送方向D1に隣り合うフロートパネルアレイ24の間には、基板検査ユニット40のカメラ40aが設置されているスリット26が存在する。そのため、基板搬送ユニット30によって搬送方向D1に沿って搬送されるガラス基板10は、スリット26の上方を通過する領域を有する。この領域には、気体噴出機構22aによる上向きの力、および、気体吸引機構22cによる下向きの力が作用しない。そのため、スリット26の上方を通過するガラス基板10の領域は、固有の形状に戻ろうとする。

40

【0055】

特に、ガラス基板10の前後端部がスリット26の上方を通過している間において、ガラス基板10の固有の反りによって、ガラス基板10の前後端部が垂れ下がっている場合がある。しかし、本実施形態では、フロートパネルアレイ24を構成するフロートパネル22は、搬送方向D1に沿って、基板対向面22bの高さ位置が徐々に下がるように、階段状に配置されている。そのため、スリット26の上方を通過するガラス基板10の前後端部が、反りによって垂れ下がっている場合においても、ガラス基板10の前後端部とフロートパネル22の基板対向面22bとの間隔を十分に確保することができる。

【0056】

50

なお、ガラス基板10の厚みが0.5mm、ガラス基板10の比重が2.19g/cm³、ガラス基板10のヤング率が70000N/mm²である場合、ガラス基板10の前後端部の搬送方向D1の寸法を30mmとした場合、ガラス基板10の前後端部の下方へのたわみ量の理論値は、1.49μmである。本実施形態では、スリット26の搬送方向D1の寸法L2が30mmであるので、ガラス基板10の自重によるたわみ量は、2μm未満であると予測される。また、搬送方向D1に隣り合うフロートパネル22の基板対向面22bの高さ位置の差L4は、10μm~20μmである。従って、スリット26の上方を通過するガラス基板10の前後端部が、自重によって下方に向かって反っている場合においても、ガラス基板10の前後端部が、搬送方向D1の前方にあるフロートパネル22の基板対向面22bに接触することが抑制される。

10

【0057】

以上より、本実施形態に係る基板浮上ユニット20は、スリット26の上方を通過するガラス基板10の前後端部が、フロートパネル22に接触することを抑制することができる。ガラス基板10の前後端部がフロートパネル22に接触すると、ガラス基板10が破損してしまう可能性がある。従って、ガラス基板検査装置100は、ガラス基板10の欠陥の発生を抑制することができる。

【0058】**(3-2)**

近年、市販されているフロートパネル22は、高い平面度を有する基板対向面22bを備えている。また、フロートパネル22および基板浮上ユニット20全体の水平レベルに関する不確定要素は、基板浮上ユニット20を構成する各部品の加工精度管理、および、基板浮上ユニット20の位置の精密な計測および調整によって、ほぼ取り除くことができる。しかし、ガラス基板10の固有の形状に関する不確定要素は、完全に取り除くことが困難である。特に、連続して搬送されるガラス基板10の反りを完全に測定することは困難である。

20

【0059】

本実施形態に係る基板浮上ユニット20は、ガラス基板10の反りを完全に測定することができない場合においても、ガラス基板10の前後端部がフロートパネル22に接触することを抑制することができる。従って、ガラス基板検査装置100は、ガラス基板10の欠陥の発生を抑制することができる。

30

【0060】**(3-3)**

本実施形態に係るガラス基板検査装置100では、搬送方向D1に向かうに従って、フロートパネル22の気体噴出機構22aから噴出される気体の流量が徐々に増加する。

【0061】

フロートパネル22の気体噴出機構22aから噴出される気体の流量が、ガラス基板10の搬送方向D1に沿って一定である場合、搬送されるガラス基板10の高さ位置は、フロートパネル22の基板対向面22bの高さ位置に併せて徐々に低下する。しかし、ガラス基板10の搬送方向D1に沿って、気体噴出機構22bから噴出される気体の流量を徐々に増加させることで、搬送されるガラス基板10の高さ位置の低下が抑制される。すなわち、搬送方向D1における基板対向面22bの高さ位置の変化量より、搬送されるガラス基板10の高さ位置の変化量が小さくなる。これにより、基板対向面22bの高さ位置の変化に起因する、搬送されるガラス基板10の変形が抑制される。

40

【0062】

従って、本実施形態に係るガラス基板検査装置100は、基板搬送ユニット30によって搬送されるガラス基板10の変形を抑制することができる。

【0063】**(3-4)**

本実施形態に係るガラス基板検査装置100では、複数のフロートパネル22から構成されるフロートパネルアレイ24は、幅方向D2に沿って延びている。また、基板検査ユ

50

ニット４０のカメラ４０aは、搬送方向Ｄ１に隣り合うフロートパネルアレイ２４間のスリット２６に設置されている。

【００６４】

参考例として、図６に示されるように、ガラス基板１０の反りに起因する、ガラス基板１０とフロートパネル２２との接触を抑制するために、フロートパネル２２がチェック柄状に配置された基板浮上ユニット１２０を考える。図６は、基板浮上ユニットの上面図である。図６において、フロートパネル２２は、ハッチングされた領域で示されている。この基板浮上ユニット１２０では、ガラス基板１０の幅方向Ｄ２の全領域を検査するために、基板検査ユニット４０のカメラ４０aを、搬送方向Ｄ１に沿って複数列に配置する必要がある。そのため、基板検査ユニット４０の構成が複雑になり、かつ、ガラス基板検査装置２００全体が大型化する問題点がある。

10

【００６５】

本実施形態のガラス基板検査装置１００では、図３に示されるように、基板検査ユニット４０のカメラ４０aを一のスリット２６に幅方向Ｄ２に沿って設置することで、ガラス基板１０の幅方向Ｄ２の全領域を検査することができる。従って、ガラス基板検査装置１００は、基板検査ユニット４０の設置空間を抑えることができるので、ガラス基板検査装置１００全体の大型化を抑制することができる。

【００６６】

（４）変形例

以上、本発明に係るガラス基板の製造方法について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良および変更が施されてもよい。また、本実施形態では、ガラス基板の検査工程の例について説明したが、本発明に係るガラス基板の搬送装置は、他のガラス基板の処理工程に用いられてもよい。

20

【００６７】

（４－１）変形例Ａ

本実施形態では、基板浮上ユニット２０は、搬送されるガラス基板１０に下向きの力を生じさせる気体吸引機構２２cを有している。しかし、気体吸引機構２２cの代わりに、基板浮上ユニット２０の上方に、下方に向かって気体を噴出する他の気体噴出機構が設置されてもよい。この気体噴出機構から噴出される気体が、搬送されるガラス基板１０の上面に衝突することで、搬送されるガラス基板１０に下向きの力が付与される。そのため、この場合においても、基板搬送ユニット３０によって搬送されるガラス基板１０には、ガラス基板１０の形状をある程度強制する力が付与される。

30

【００６８】

（４－２）変形例Ｂ

本実施形態において、基板検査ユニット４０のカメラ４０aは、図４に示されるように、一のスリット２６に設置されるが、複数のスリット２６に設置されてもよい。複数のスリット２６に基板検査ユニット４０のカメラ４０aを設置することによって、例えば、スリット２６ごとに測定レンジが異なる光学検査を行うことができる。この場合、基板検査ユニット４０は、例えば、一のスリット２６において、ガラス基板１０の表面に形成されている傷およびクラックを検出し、他のスリット２６において、ガラス基板１０の内部に存在している微小な泡を検出する光学検査を行うことができる。

40

【００６９】

また、エッチング処理された表面を有するガラス基板を検査する場合、基板検査ユニット４０は、例えば、一のスリット２６において、通常の光学検査を行い、他のスリット２６において、照度および感度を低下させた光学検査を行うことができる。

【符号の説明】

【００７０】

- １０ ガラス基板
- ２０ 基板浮上ユニット
- ２２ フロートパネル

50

- 22a 気体噴出機構
- 22b 基板対向面
- 30 基板搬送ユニット
- 40 基板検査ユニット
- 100 ガラス基板検査装置
- D1 搬送方向

【先行技術文献】

【特許文献】

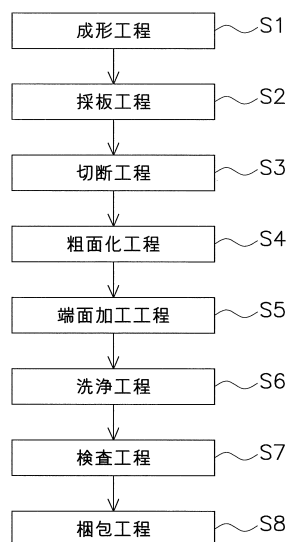
【0071】

【特許文献1】特開2006-188313号公報

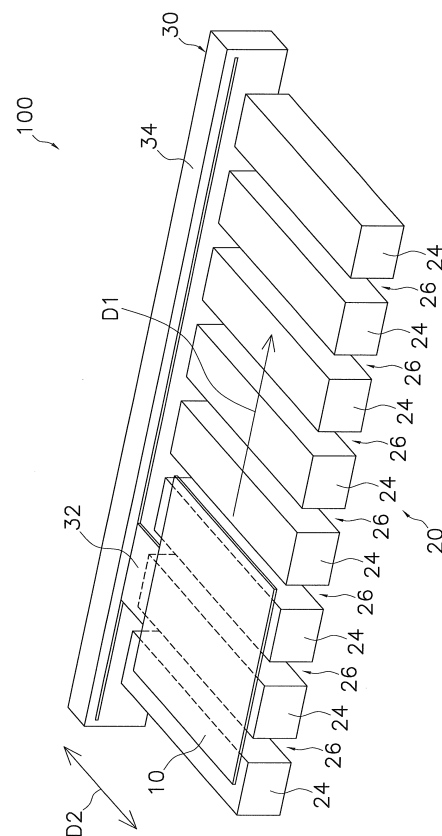
【特許文献2】特開2012-96920号公報

10

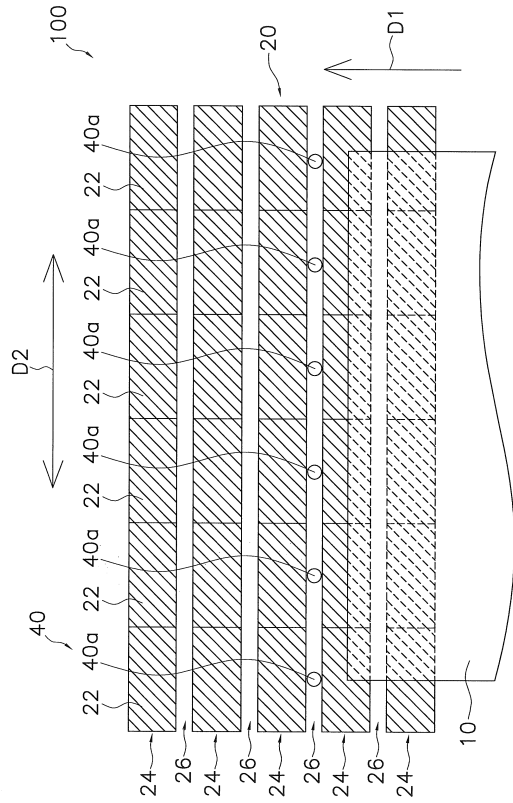
【図1】



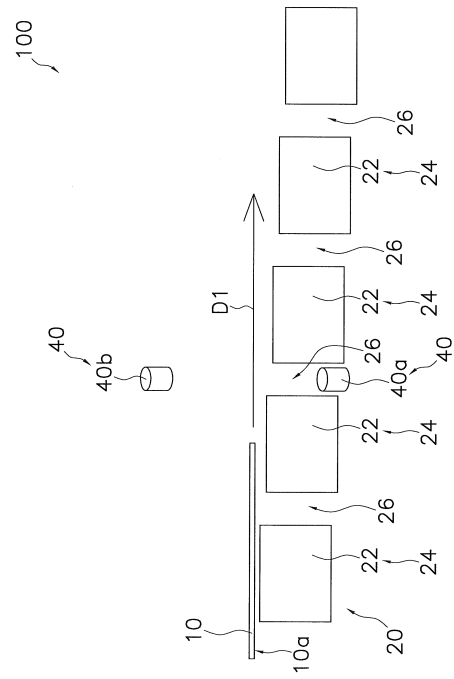
【図2】



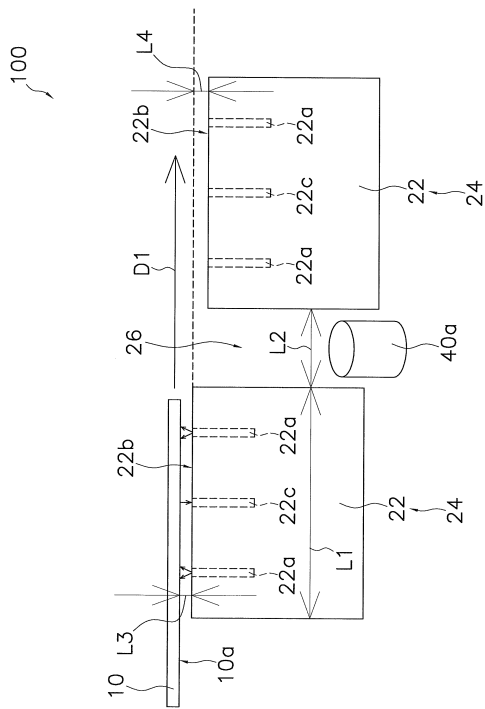
【図 3】



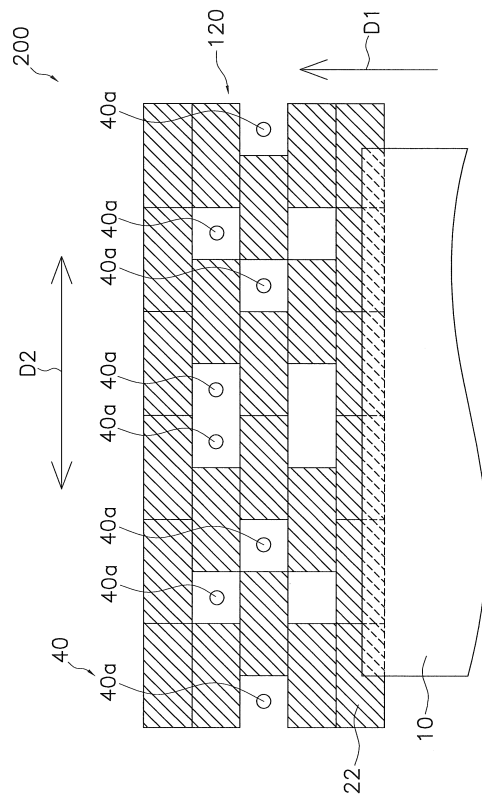
【図 4】



【図 5】



【图 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-051654 (JP, A)
特開2012-096920 (JP, A)
特開2008-192718 (JP, A)
特開2011-105497 (JP, A)
特開2009-179423 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/677
B65G 49/06
G01N 21/958