

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7269000号

(P7269000)

(45)発行日 令和5年5月8日(2023.5.8)

(24)登録日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(51)国際特許分類

F I

C 2 3 C 14/50 (2006.01)

C 2 3 C 14/50

F

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

H 0 1 L 21/68

N

H 0 1 L 21/68 (2006.01)

H 0 1 L 21/68

F

H 1 0 K 50/00 (2023.01)

H 0 5 B 33/14

A

H 0 5 B 33/10 (2006.01)

H 0 5 B 33/10

請求項の数 16 (全28頁)

(21)出願番号 特願2018-241977(P2018-241977)

(22)出願日 平成30年12月26日(2018.12.26)

(65)公開番号 特開2020-105538(P2020-105538

A)

(43)公開日 令和2年7月9日(2020.7.9)

審査請求日 令和3年12月3日(2021.12.3)

(73)特許権者 591065413

キヤノントッキ株式会社

新潟県見附市新幸町10番1号

(74)代理人 110003133

弁理士法人近島国際特許事務所

(74)代理人 100158388

弁理士 鱈 英俊

(72)発明者 古谷 正基

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

キヤノン株式会社内

審査官 今井 淳一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板載置方法、成膜方法、成膜装置、および有機ELパネルの製造システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の第1辺に沿って基板を支持する、上下動可能な第1基板支持部と、

前記第1辺と対向する第2辺に沿って前記基板を支持する、上下動可能な第2基板支持部と、

前記基板の、前記第1辺および前記第2辺と交差する第3辺および第4辺を、前記基板の前記第1辺および前記第2辺の中間で支持する、第3基板支持部と、

前記基板を前記第1基板支持部に向かって押圧可能な第1押圧部と、

前記基板を前記第2基板支持部に向かって押圧可能な第2押圧部と、

前記基板を前記第3基板支持部に向かって押圧可能な第3押圧部と、

を用いて前記基板を移動させ、前記基板をマスクの上に載置する基板載置方法であって、前記第1基板支持部と前記第2基板支持部とで前記基板を支持し、前記基板をその自重によって下方に凸なU字形状に撓んだ湾曲姿勢を形成する姿勢制御工程と、

前記U字形状の底部において、前記基板の前記第3基板支持部の側に設けられた基板のアライメントマークと前記マスクの前記第3基板支持部の側に設けられたマスクのアライメントマークとが共に撮像装置の被写界深度に含まれる状態を形成するように、前記基板を前記第3基板支持部および前記第3押圧部とによって保持し、かつ、前記第1基板支持部および前記第1押圧部と前記第2基板支持部および前記第2押圧部とによって前記基板の前記第1辺と前記第2辺とを保持し、前記湾曲姿勢を保って前記第1基板支持部、前記第2基板支持部および前記第3基板支持部を前記マスクに向かって下降させる基板下降工

10

20

程と、

前記基板のアライメントマークと前記マスクのアライメントマークとを前記撮像装置により撮像して前記基板と前記マスクの相対位置情報を取得し、前記基板と前記マスクの位置ずれ量を計測する計測工程と、

前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値を超える場合、前記計測工程で取得した相対位置情報に基づき、前記基板と前記マスクの位置ずれ量が減少するように前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部によって前記基板を移動させるアライメント工程と、

前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値以下の場合、前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部により前記基板を前記マスクに向かって下降させ、前記基板を前記マスクに載置する載置工程と、を含み、

10

前記載置工程において、前記 U 字形状の底部の領域が前記基板と前記マスクとが接触する前に、前記第 3 基板支持部と前記第 3 押圧部とによる前記基板の押圧を解除する基板載置方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の基板載置方法において、前記載置工程において、前記 U 字形状の底部の領域が前記基板と前記マスクとが接触する前に、前記第 3 基板支持部と前記第 3 押圧部とが前記基板を押圧する位置から退避可能に構成されている基板載置方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の基板載置方法において、前記撮像装置により撮像される前記基板の撮像範囲が高低差 1 mm 以内の範囲の部位を含む基板載置方法。

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の基板載置方法において、前記基板のアライメントマークが、前記基板の前記第 3 辺および前記第 4 辺に沿ってそれぞれ配置された第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークを含み、前記第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークが、前記第 1 辺と前記第 2 辺との中心線に沿って配置される基板載置方法。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の基板載置方法において、前記基板のアライメントマークが、前記基板の前記第 3 辺および前記第 4 辺に沿ってそれぞれ配置された第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークを含み、前記第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークが、前記第 1 辺と前記第 2 辺との中心線の、前記第 1 辺の側と、前記第 2 辺の側と、にそれぞれ配置される基板載置方法。

30

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の基板載置方法において、前記撮像装置が、前記第 3 基板支持部の上方に配置されている基板載置方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の基板載置方法において、前記載置工程の後、前記撮像装置、あるいはさらに前記基板の上部の他の部位に配置された他の撮像装置を用いて、前記基板と前記マスクとを撮像して取得した前記基板と前記マスクの相対位置情報に基づき、前記基板と前記マスクの位置ずれ量を取得し、計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値を超える場合、前記第 1 基板支持部および前記第 1 押圧部と、前記第 2 基板支持部および前記第 2 押圧部と、を前記基板を押圧した状態で上昇させて前記基板を前記湾曲姿勢に移行させた後、前記第 3 押圧部で前記基板を押圧して、前記計測工程、前記アライメント工程、および前記載置工程を実行する基板載置方法。

40

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の基板載置方法により前記基板を前記マスクに載置した後、前記基板に成膜材料を付着させる成膜工程を含む成膜方法。

【請求項 9】

基板の第 1 辺に沿って基板を支持する、上下動可能な第 1 基板支持部と、前記第 1 辺と

50

対向する第 2 辺に沿って前記基板を支持する、上下動可能な第 2 基板支持部と、前記基板の、前記第 1 辺および前記第 2 辺と交差する第 3 辺および第 4 辺を、前記基板の前記第 1 辺および前記第 2 辺の中間で支持する、第 3 基板支持部と、前記基板を前記第 1 基板支持部に向かって押圧可能な第 1 押圧部と、前記基板を前記第 2 基板支持部に向かって押圧可能な第 2 押圧部と、前記基板を前記第 3 基板支持部に向かって押圧可能な第 3 押圧部と、マスクと、撮像装置と、成膜源と、制御部と、を備え、

前記制御部が、

前記第 1 基板支持部と前記第 2 基板支持部とで前記基板を支持し、前記基板をその自重によって下方に凸な U 字形状に撓んだ湾曲姿勢を形成する姿勢制御工程と、

前記 U 字形状の底部において、前記基板の前記第 3 基板支持部の側に設けられた基板のアライメントマークと前記マスクの前記第 3 基板支持部の側に設けられたマスクのアライメントマークとが共に撮像装置の被写界深度に含まれる状態を形成するように、前記基板を前記第 3 基板支持部および前記第 3 押圧部とによって保持し、かつ、前記第 1 基板支持部および前記第 1 押圧部と前記第 2 基板支持部および前記第 2 押圧部とによって前記基板の前記第 1 辺と前記第 2 辺とを保持し、前記湾曲姿勢を保って前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部を前記マスクに向かって下降させる基板下降工程と、

前記基板のアライメントマークと前記マスクのアライメントマークとを前記撮像装置により撮像して前記基板と前記マスクの相対位置情報を取得し、前記基板と前記マスクの位置ずれ量を計測する計測工程と、

前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値を超える場合、前記計測工程で取得した相対位置情報に基づき、前記基板と前記マスクの位置ずれ量が減少するように前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部によって前記基板を移動させるアライメント工程と、

前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値以下の場合、前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部により前記基板を前記マスクに向かって下降させ、前記基板を前記マスクに載置する載置工程と、

前記載置工程の後、前記成膜源から前記基板に成膜材料を付着させて成膜する成膜工程と、を実行し、

前記載置工程において、前記 U 字形状の底部の領域が前記基板と前記マスクとが接触する前に、前記第 3 基板支持部と前記第 3 押圧部とによる前記基板の押圧を解除する成膜装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の成膜装置において、前記載置工程において、前記 U 字形状の底部の領域が前記基板と前記マスクとが接触する前に、前記第 3 基板支持部と前記第 3 押圧部とが前記基板を押圧する位置から退避可能に構成されている成膜装置。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の成膜装置において、前記撮像装置により撮像される前記基板の撮像範囲が高低差 1 mm 以内の範囲の部位を含む成膜装置。

【請求項 12】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の成膜装置において、前記基板のアライメントマークが、前記基板の前記第 3 辺および前記第 4 辺に沿ってそれぞれ配置された第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークを含み、前記第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークが、前記第 1 辺と前記第 2 辺との中心線に沿って配置される成膜装置。

【請求項 13】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の成膜装置において、前記基板のアライメントマークが、前記基板の前記第 3 辺および前記第 4 辺に沿ってそれぞれ配置された第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークを含み、前記第 1 のアライメントマークおよび第 2 のアライメントマークが、前記第 1 辺と前記第 2 辺との中心線の、前記第 1

辺の側と、前記第 2 辺の側と、にそれぞれ配置される成膜装置。

【請求項 1 4】

請求項 9 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の成膜装置において、前記撮像装置が、前記第 3 基板支持部の上方に配置されている成膜装置。

【請求項 1 5】

請求項 9 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の成膜装置において、前記載置工程の後、前記撮像装置、あるいはさらに前記基板の上部の他の部位に配置された他の撮像装置を用いて、前記基板と前記マスクとを撮像して取得した前記基板と前記マスクの相対位置情報に基づき、前記基板と前記マスクの位置ずれ量を取得し、計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値を超える場合、前記第 1 基板支持部および前記第 1 押圧部と、前記第 2 基板支持部および前記第 2 押圧部と、を前記基板を押圧した状態で上昇させて前記基板を前記湾曲姿勢に移行させた後、前記第 3 押圧部で前記基板を押圧して、前記計測工程、前記アライメント工程、および前記載置工程を実行する成膜装置。

10

【請求項 1 6】

請求項 9 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の成膜装置を複数、備え、少なくとも 1 つの前記成膜装置が前記成膜工程において前記成膜源から前記基板に有機材料を蒸着する有機 E L パネルの製造システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、基板の載置位置をアライメントするアライメント処理を含む基板載置方法、その基板を用いる成膜方法、成膜装置、および有機 E L パネルの製造システムに関する。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

基板に対する成膜工程を含む物品の製造、例えば有機 E L ディスプレイの製造において、T F T (薄膜トランジスタ) を形成した基板上に赤・緑・青の発光をする有機材料を配置する必要がある。この有機材料を配置する手法としては、メタルマスクを用いた真空蒸着が主に用いられている。この種の真空蒸着では、T F T が形成された基板を下向きの姿勢で支持し、下方から蒸着材料を上向きに成膜する構成が多い。このように基板の成膜面を下向きにして成膜を行う場合、なるべく成膜を妨げないよう基板をその端部で挟持して支持するため、基板の中央部が自重で下方に凸形状に撓んだ状態となり易い。

30

【0 0 0 3】

また、T F T の所望の場所に赤・緑・青の発光する有機膜を形成するために、基板とメタルマスクのアライメント (位置合わせ) を精密に行う必要がある。例えば、まず基板とマスクとが接触しない位置関係に配置して、撮像用カメラを用いて基板のアライメントマークとマスクのアライメントマークを用いて両者の位置合わせを行う。その後、基板とマスクとを接近させ、マスク上に基板を載置する。この状態で基板のアライメントマークとマスクのアライメントマークとのずれ量が所定の範囲内に収まっていれば、アライメントは正常終了となる。近年では、量産効率を向上するため基板が大型化する中で、ディスプレイの高画素化のため、要求されるアライメント精度は数 μm 以内のオーダーまで高精度化している。

40

【0 0 0 4】

基板とマスクをアライメントする方法として、下記の特許文献 1、および特許文献 2 に開示されているような技術が知られている。特許文献 1 の構成では、基板とマスクの重ね合わせ位置を判別する指標を視認して、適正な重ね合わせ位置に補正する。また、特許文献 2 では、基板とマスクの少なくとも一方を 2 つのアライメントマークを結ぶ線が稜線部となるように凸形状に撓ませ、この稜線部で基板とマスクとのアライメントを行う構成が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【文献】特開 2 0 0 4 - 0 2 7 2 9 1 号公報

特開 2 0 0 7 - 2 0 7 6 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1、2 に開示されている手法では、基板とマスクの重ね合わせ時にアライメントマーク付近の位置ずれをなくするのが難しい。特に、昨今の大型化した基板では、基板をその周辺部で保持すると大きく撓んでしまい、周辺部に配置されるアライメントマークは撓みの最下点から数ミリ高低差を持つ場合がある。このため、基板とマスクの接触防止のため、撮像光学系の被写界深度を大きく取る必要が生じる。そして、被写界深度を大きく取ることにより、撮像過程における光学分解能の低下が生じ、必要なアライメント精度を得ることができない場合がある。また、大きく撓んだ基板は、重ね合わせの過程でマスク中心部に強接触したのち除々に当接面が広がる過程を経て、マスクへの載置状態となる。このような基板とマスクの撓み変化によるズレという不確定要因があるために、数 μm 以内というアライメント精度を保証することがより困難になる。

10

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 に開示されている、基板とマスクの少なくとも一方を凸形状に撓ませる方法では、凸形状に押圧することにより基板やマスクに変形応力を印加することになる。そのため、場合によっては基板の撓み量が増大して、重ね合わせ時の撓み変化によるズレが増大する要因となる可能性がある。また、最終的に略平面になる時、押圧による応力が解放されることで新たなズレを生じる要因になる。さらに、基板とマスクの重ね合わせ時のズレは、基板表面に形成された T F T (薄膜トランジスタ) や先工程で蒸着済みの他の色を発光する有機材料を摩擦により損なう可能性があり、これにより歩留まり低下を引き起こす問題があった。

20

【 0 0 0 8 】

本発明の課題は、以上に鑑み、成膜工程で用いられる基板とマスクのアライメントを高精度に行うことができるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、本発明の一つの態様においては、基板の第 1 辺に沿って基板を支持する、上下動可能な第 1 基板支持部と、前記第 1 辺と対向する第 2 辺に沿って前記基板を支持する、上下動可能な第 2 基板支持部と、前記基板の、前記第 1 辺および前記第 2 辺と交差する第 3 辺および第 4 辺を、前記基板の前記第 1 辺および前記第 2 辺の中間で支持する、第 3 基板支持部と、前記基板を前記第 1 基板支持部に向かって押圧可能な第 1 押圧部と、前記基板を前記第 2 基板支持部に向かって押圧可能な第 2 押圧部と、前記基板を前記第 3 基板支持部に向かって押圧可能な第 3 押圧部と、を用いて前記基板を移動させ、前記基板をマスクの上に載置する基板載置方法であって、前記第 1 基板支持部と前記第 2 基板支持部とで前記基板を支持し、前記基板をその自重によって下方に凸な U 字形状に撓んだ湾曲姿勢を形成する姿勢制御工程と、前記 U 字形状の底部において、前記基板の前記第 3 基板支持部の側に設けられた基板のアライメントマークと前記マスクの前記第 3 基板支持部の側に設けられたマスクのアライメントマークとが共に撮像装置の被写界深度に含まれる状態を形成するように、前記基板を前記第 3 基板支持部および前記第 3 押圧部とによって保持し、かつ、前記第 1 基板支持部および前記第 1 押圧部と前記第 2 基板支持部および前記第 2 押圧部とによって前記基板の前記第 1 辺と前記第 2 辺とを保持し、前記湾曲姿勢を保って前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部を前記マスクに向かって下降させる基板下降工程と、前記基板のアライメントマークと前記マスクのアライメントマークとを前記撮像装置により撮像して前記基板と前記マスクの相対位置情報を取得し、前記基板と前記マスクの位置ずれ量を計測する計測工程と、前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値を超える場合、前記計測工程で取得した

30

40

50

相対位置情報に基づき、前記基板と前記マスクの位置ずれ量が減少するように前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部によって前記基板を移動させるアライメント工程と、前記計測工程で計測した前記位置ずれ量が所定のしきい値以下の場合、前記第 1 基板支持部、前記第 2 基板支持部および前記第 3 基板支持部により前記基板を前記マスクに向かって下降させ、前記基板を前記マスクに載置する載置工程と、を含み、前記載置工程において、前記 U 字形状の底部の領域が前記基板と前記マスクとが接触する前に、前記第 3 基板支持部と前記第 3 押圧部とによる前記基板の押圧を解除する構成を採用した。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

上記構成により、基板が自重で撓んで形成した湾曲姿勢の中央の最低部付近を撮像装置の被写界深度に収まるよう配置して、基板とマスクのアライメントのための撮像を行う。そのため、成膜工程で用いられる基板とマスクのアライメントを高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施形態に係る成膜装置の概略構成を正面方向から示した説明図である。

【図 2】本発明の実施形態に係る成膜装置の概略構成を側面方向から示した説明図である。

【図 3】アライメント装置の斜視図である。

【図 4】回転並進機構の斜視図である。

【図 5】基板保持部の斜視図である。

【図 6】(a)、(b) は、基板保持部の模式図である。

【図 7】(a) は基板保持部に保持されている基板を上から見た図、(b) はマスクを上から見た図、(c) は撮像装置の視野のイメージ図である。

【図 8】成膜室に配置されたアライメント機構の要部構成の一例を示す説明図である。

【図 9】基板およびマスクのアライメント制御の流れを示すフローチャート図である。

【図 10】(a)、(b)、(c) は図 9 の制御によって進行するアライメント動作を示した説明図である。

【図 11】(a)、(b)、(c) は図 9 の制御によって進行するアライメント動作を示した説明図である。

【図 12】(a)、(b)、(c) は図 9 の制御によって進行するアライメント動作を示した説明図である。

【図 13】(a)、(b)、(c) は図 9 の制御によって進行するアライメント動作を示した説明図である。

【図 14】(a)、(b)、(c) は図 9 の制御によって進行するアライメント動作を示した説明図である。

【図 15】本発明の実施形態に係る成膜装置が配置された生産ラインの一例を示す説明図である。

【図 16】アライメント装置の撮像系の構成を示した斜視図である。

【図 17】アライメントに用いられるアライメントマークの構成を示した説明図である。

【図 18】基板に生じる撓み量を示した説明図である。

【図 19】アライメント制御を行う制御装置の具体的な構成例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態につき説明する。なお、以下に示す構成はあくまでも一例であり、例えば細部の構成については本発明の趣旨を逸脱しない範囲において当業者が適宜変更することができる。また、本実施形態で取り上げる数値は、参考数値であって、本発明を限定するものではない。

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態である基板載置方法、成膜方法、成膜装置、有機 E L パネルの

10

20

30

40

50

製造システム等について、図面を参照して説明する。以下で参照する複数の図面では、特に但し書きがない限り、同一の機能の構成要素については同一の参照符号を付して示すものとする。また、同一図面内に同一もしくは対応する部材を複数有する場合には、図中に a、b などの添え字を付与して示すが、以下の説明では区別する必要がない場合には、a、b などの添え字を省略して記述する場合がある。

【0014】

図1、図2は、第1実施形態に係る成膜装置100の概略構成を示し、図1は成膜装置100を正面から、図2は成膜装置100を側面からそれぞれ示している。成膜装置100は、基板1の表面(被成膜面)に成膜する装置である。成膜装置100は、基板1の表面に真空蒸着により所望のパターンの薄膜を形成する。基板1は、例えば平板状のガラス基板である。蒸着材料としては、有機材料、無機材料(金属、金属酸化物など)などの任意の材料を選択できる。成膜装置100は、例えば、有機ELディスプレイのような表示装置のディスプレイパネル、薄膜太陽電池などの電子デバイスを製造する製造システムに適用可能である。特に、成膜装置100は、基板1としてガラス基板が用いられ、この基板1が大型化する傾向がある有機ELパネルを製造する製造システムに好適に適用することができる。

10

【0015】

成膜装置100は、基板1に成膜材料を形成するための成膜チャンバ4の成膜空間を有する成膜チャンバ4と、基板1を成膜チャンバ4内に搬入/搬出するためのゲートバルブ15とを備える。さらに、成膜装置100は、基板1およびマスク2を保持して両者の相対的な位置合わせを行うアライメント装置101を備える。成膜チャンバ4には、成膜材料を収納した蒸着源(成膜源)7を設置するための機構が設けられている。図1は蒸着装置の構成であるが、アライメント装置101は、スパッタリング法やCVD法など、蒸着法以外の成膜方法を用いる成膜装置にも適用することができる。

20

【0016】

また、図1では、上下方向をZ軸の方向(Z方向)、上下方向に直交する水平方向をX軸の方向(X方向)およびY軸の方向(Y方向)で示している。なお、成膜チャンバ4には、真空ポンプ(図1では不図示)が接続されており、成膜チャンバ4内を、成膜できる所望の圧力まで減圧することができる。

【0017】

アライメント装置101は、成膜チャンバ4の天板3上に搭載される駆動部を有する位置決め機構90と、基板1を保持する保持部である基板保持部8と、マスク2を保持するマスク保持部9とを備える。

30

【0018】

位置決め機構90は、回転並進機構111と、第1駆動部であるZ昇降機構80とを有し、成膜チャンバ4の外側に設けられている。可動部を多く含む位置決め機構90を成膜チャンバ4の成膜空間の外に配置することで、成膜チャンバ4内の発塵を抑制することができる。

【0019】

回転並進機構111は、後述するように基板1とマスク2とをアライメントする際に、基板保持部8、即ち基板1を、天板3に対してXY方向、およびZ軸まわりの回転方向であるZ方向に基板保持部8を移動させるものである。Z昇降機構80は、基板1とマスク2とを互いに近接または離間させるように、基板保持部8またはマスク保持部9、本実施形態では基板保持部8をZ方向に移動させるものである。

40

【0020】

Z昇降機構80は、Z昇降スライダ10を有する。Z昇降スライダ10には、基板保持シャフト12a、12bが固定されている。この基板保持シャフト12a、12bは、成膜チャンバ4の天板3に設けられた貫通穴16を通して、成膜チャンバ4の外部と内部に渡って設けられている。そして、成膜チャンバ4内において、基板保持シャフト12a、12bの下部に基板保持部8が設けられ、被成膜物である基板1を保持することが可能と

50

なっている。

【 0 0 2 1 】

基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b と天板 3 とが干渉することのないよう、貫通穴 1 6 は基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b の外径に対して十分に大きく設計される。また、各基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b における成膜チャンバ 4 の外側の部分は、Z 昇降スライダ 1 0 と天板 3 とに固定されたベローズ 4 0 によって覆われる。つまり、各基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b は、成膜チャンバ 4 の外側の部分がベローズ 4 0 で覆われることで、各基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b 全体を成膜チャンバ 4 の成膜空間と同じ状態（例えば、真空状態）に保つことができる。

【 0 0 2 2 】

ベローズ 4 0 には、好ましくは Z 方向および X Y 方向にも柔軟性を持つものを用いる。これにより、アライメント装置 1 0 1 の稼働によってベローズ 4 0 が変位した際に発生する抵抗力を十分に小さくすることができ、位置調整時の負荷を低減することができる。マスク保持部 9 は、成膜チャンバ 4 の内部の、天板 3 の成膜空間側の面に設置されており、マスク 2 を保持することができる。有機 E L パネルの製造に広く用いられるマスク 2 は、例えば成膜パターンに応じた開口を有するマスク箔と、剛性の高いマスク枠とを備え、マスク箔はマスク枠を介してマスク保持部 9 に架張された状態で固定される。これにより、マスク保持部 9 は撓みを低減した状態でマスク 2 を保持することができる。

【 0 0 2 3 】

位置決め機構 9 0、基板保持部 8、蒸着源 7 の一連の動作は、処理部の一例である制御装置 5 0（制御部）によって制御される。制御装置 5 0 の機能は、メモリまたはストレージに記憶されたプログラムをプロセッサが実行することにより実現される。コンピュータとしては、汎用のパーソナルコンピュータを用いてもよいし、組込型のコンピュータや、P L C（programmable logic controller）を用いてもよい。あるいは、制御装置 5 0 の機能の一部または全部を A S I C や F P G A のような回路で構成してもよい。なお、成膜装置ごとに制御装置 5 0 が設けられていてもよいし、1 つの制御装置 5 0 が複数の成膜装置を制御してもよい。

【 0 0 2 4 】

図 1 9 は、図 1 の制御装置 5 0 を構成する制御系の一例を示している。図 1 9 の制御系は、主制御手段としての C P U 1 6 0 1、記憶装置としての R O M 1 6 0 2、および R A M 1 6 0 3 を備えた、例えば上記の P C ハードウェア、P L C などによって構成することができる。R O M 1 6 0 2 には、後述する製造手順を実現するための C P U 1 6 0 1 の制御プログラムや定数情報などを格納しておくことができる。また、R A M 1 6 0 3 は、その制御手順を実行する時に C P U 1 6 0 1 のワークエリアなどとして使用される。また、図 1 9 の制御系には、外部記憶装置 1 6 0 6 が接続されている。外部記憶装置 1 6 0 6 は、本発明の実施には必ずしも必要ではないが、H D D や S S D、ネットワークマウントされた他のシステムの外部記憶装置などから構成することができる。

【 0 0 2 5 】

本実施形態のアライメント制御を実現するための C P U 1 6 0 1 の制御プログラムは、上記の外部記憶装置 1 6 0 6 や、R O M 1 6 0 2 の（例えば E E P R O M 領域）のような記憶部に格納しておくことができる。その場合、本実施形態の制御手順を実現するための C P U 1 6 0 1 の制御プログラムは、ネットワークインターフェース 1 6 0 7 を介して、上記の各記憶部に供給し、また新しい（別の）プログラムに更新することができる。あるいは、後述の制御手順を実現するための C P U 1 6 0 1 の制御プログラムは、各種の磁気ディスクや光ディスク、フラッシュメモリなどの記憶手段と、そのためのドライブ装置を経由して、上記の各記憶部に供給し、またその内容を更新することができる。本実施形態の制御手順を実現するための C P U 1 6 0 1 の制御プログラムを格納した状態における各種の記憶手段、記憶部、ないし記憶デバイスは、本発明の制御手順を格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を構成することになる。

【 0 0 2 6 】

CPU1601には、アライメント画像処理に用いる画像を撮像するための後述する撮像装置14が接続されている。図19では、簡略化のため、撮像装置14、ないし、同図右側のアライメント装置101の駆動系1605はCPU1601に直接接続されているように図示されている。しかしながら、これらのブロックは周知の適当なインターフェース（カメラIFや駆動回路）を介して接続されてよい。

【0027】

ネットワークインターフェース1607は、例えばIEEE 802.3のような有線通信、IEEE 802.11、802.15のような無線通信による通信規格を用いて構成することができる。CPU1601は、ネットワークインターフェース1607を介して、他の装置1104、1121と通信することができる。装置1104、1121は、例えば、成膜装置100が含まれる生産ラインの統轄制御装置や、管理サーバなどであってよく、成膜装置100の成膜処理に係る制御やロギングを行う。

10

【0028】

また、図19の制御装置は、UI装置1604（ユーザーインターフェース装置）を備える。このUI装置1604は、操作部や表示装置から構成される。操作部は、ハンディターミナルのような端末、あるいはキーボード、ジョグダイヤル、ポインティングデバイスなどのデバイス（あるいはそれらを備えた何らかの制御端末）によって構成される。また、表示装置には、例えば液晶方式の他、表示出力できるものであれば任意の方式のディスプレイ装置を用いることができる。

【0029】

20

UI装置1604の表示装置では、任意のモニタ表示を行うことができる。例えば、UI装置1604の表示装置によって、上記のアライメント装置101の駆動条件に係るデータなどを表示してもよい。あるいは、UI装置1604の表示装置によって、基板～マスクのアライメントのため撮像装置14が撮像した画像を表示させてもよい。

【0030】

次にアライメント装置101の位置決め機構90について、図2を用いて詳細に説明する。

【0031】

図2は、上記のアライメント装置101を斜視図の形式で示している。Z昇降機構80は、上述のZ昇降スライダ10、Z昇降ベース13、複数のZガイド18、モータ19、およびボールネジ20を備える。

30

【0032】

Zガイド18は、Z昇降ベース13の側面に、Z昇降ベース13に対してZ方向にスライド自在に支持され、Z昇降スライダ10に固定されている。Z昇降スライダ10の中央には、駆動力を伝達するためのボールネジ20が配設され、Z昇降ベース13に固定されたモータ19から伝達される動力がボールネジ20を介してZ昇降スライダ10に伝達される。

【0033】

モータ19は、不図示の回転エンコーダを内蔵しており、エンコーダの回転数を介してZ昇降スライダ10のZ方向の位置を計測することができる。モータ19の駆動を、制御装置50（図1）ないしCPU1601（図19）で制御することにより、Z昇降スライダ10、即ち基板保持部8のZ方向の精密な位置決めが可能である。なお、ここではモータ19が回転モータである場合について説明したが、モータ19は他の形式のモータ、例えばリニアモータなどであってもよい。この場合、回転エンコーダの代わりにリニアエンコーダを配置すればよく、ボールネジ20は省略することができる。

40

【0034】

図3は、回転並進機構111の構成を斜視図の形式で示している。図1、図2のアライメント装置101では、Z昇降スライダ10およびZ昇降ベース13が回転並進機構111の上に配設されている。この構成では、Z昇降ベース13とZ昇降スライダ10の全体を、回転並進機構111によってX、Y、z方向に駆動させることができる。

50

【 0 0 3 5 】

図 4 に示すように、回転並進機構 1 1 1 は、複数の駆動ユニット 2 1 a ~ 2 1 d を備える。図 4 の構成では、駆動ユニット 2 1 a ~ 2 1 d は、それぞれベースの四隅に配置されており、隣接する隅に配置された駆動ユニットを Z 軸周りに 9 0 度回転させた向きに配置されている。

【 0 0 3 6 】

各駆動ユニット 2 1 a ~ 2 1 d は、駆動力を発生させるモータ 4 1 を備えている。さらに、モータ 4 1 の駆動力がボールネジ 4 2 を介して伝達されることにより、第 1 の方向にスライドする第 1 のガイド 2 2 と、X Y 平面において第 1 の方向と直交する第 2 の方向にスライドする第 2 のガイド 2 3 とを備えている。さらに、Z 軸周りに回転可能な回転ベアリング 2 4 を備えている。例えば、駆動ユニット 2 1 c の場合は、X 方向にスライドする第 1 のガイド 2 2、X 方向と直交する Y 方向にスライドする第 2 のガイド 2 3、回転ベアリング 2 4 を有しており、X モータ 4 1 の力がボールネジ 4 2 を介して第 1 のガイド 2 2 に伝達される。

10

【 0 0 3 7 】

モータ 4 1 は不図示の回転エンコーダを内蔵しており、この回転エンコーダを介して、第 1 のガイド 2 2 の変位量を計測することができる。各駆動ユニット 2 1 a ~ 2 1 d において、モータ 4 1 の駆動を、制御装置 5 0 (図 1) ないし CPU 1 6 0 1 (図 1 9) で制御することにより、Z 昇降ベース 1 3、即ち基板保持部 8 の X、Y、z 方向における位置を精密に制御することができる。

20

【 0 0 3 8 】

例えば、Z 昇降ベース 1 3 を X 方向へ移動させる場合は、駆動ユニット 2 1 b と駆動ユニット 2 1 c のそれぞれにおいて X 方向にスライドさせる駆動力をモータ 4 1 で発生させ、Z 昇降ベース 1 3 にその駆動力を伝達する。また、Y 方向へ移動させる場合には、駆動ユニット 2 1 a と駆動ユニット 2 1 d のそれぞれにおいて Y 方向にスライドさせる駆動力をモータ 4 1 で発生させ、Z 昇降ベース 1 3 にその駆動力を伝達する。

【 0 0 3 9 】

Z 昇降ベース 1 3 を Z 軸まわりの z 方向に回転させる場合は、対角に配置された駆動ユニット 2 1 c と駆動ユニット 2 1 b とを用いて、Z 軸まわりに z 回転させるために必要な力を発生させ、Z 昇降ベース 1 3 にその力を伝えたとよい。あるいは、駆動ユニット 2 1 a と駆動ユニット 2 1 d とを用いて、Z 昇降ベース 1 3 に回転に必要な力を伝えてもよい。

30

【 0 0 4 0 】

次に、基板保持部 8 の構成について、図 4 を用いて説明する。図 4 は、基板 1 を保持した状態でマスク保持部 9 の上部に位置する基板保持部 8 全体を斜視図の形式で示している。基板保持部 8 は、矩形形状の基板 1 の、互いに対向する 2 辺 (ここでは長辺) 側の端部を保持する。また、基板保持部 8 は、基板 1 の被成膜面を下にして、即ち基板 1 の被成膜面がマスク 2 に対向するように保持する。

【 0 0 4 1 】

図 5 に示すように、基板保持部 8 は、基板 1 の端部を支持する複数の複数の基板受け爪 2 6 a (第 1 基板支持部)、および複数の基板受け爪 2 6 b (第 2 基板支持部) を備える。複数の基板受け爪 2 6 a は、基板 1 の 2 つの長辺のうち一方の長辺側の端部に沿って配置され、複数の基板受け爪 2 6 b は、基板 1 の 2 つの長辺のうち他方の長辺側の端部に沿って配置される。

40

【 0 0 4 2 】

さらに、基板保持部 8 は、複数の基板受け爪 2 6 a と対向して配置され、駆動シャフト 3 4 a を介して Z 方向に駆動され、基板受け爪 2 6 a 方向に基板 1 を押圧可能な複数のクランプ 2 7 a (第 1 押圧部) を有している。また、基板保持部 8 は、複数の基板受け爪 2 6 b と対向して配置され、駆動シャフト 3 4 b を介して Z 方向に駆動され、基板受け爪 2 6 a 方向に基板 1 を押圧可能な複数のクランプ 2 7 b (第 2 押圧部) を有している。複数

50

の基板受け爪 2 6 a、2 6 b に対して複数のクランプ 2 7 a、2 7 b を近接させ、基板 1 の端部を挟み込んで挟持することで、基板 1 を固定し、かつ、基板 1 の撓みを低減した状態で保持することができる。なお、基板 1 の長辺側の端部ではなく短辺側の端部を保持してもよいが、長辺側の端部を保持する方が基板 1 の撓み量が少ないため好ましい。

【0043】

さらに、基板保持部 8 は、基板保持シャフト 1 2 a の下部に固定された、複数の基板受け爪 2 6 a を支持する保持部ベース 2 5 a を有する。また、基板保持部 8 は、基板保持シャフト 1 2 b の下部に固定された、複数の基板受け爪 2 6 b を支持する保持部ベース 2 5 b を有する。保持部ベース 2 5 a、2 5 b は、それぞれ基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b により独立して上下動可能であり、任意の制御位置で位置決めすることができる。この保持部ベース 2 5 a、2 5 b は、基板 1 の長辺側の端部と同等の長さを有する板状部材である。

10

【0044】

なお、マスク 2 のマスク枠には、基板 1 をマスク 2 に載置する際に基板受け爪 2 6 a、2 6 b との干渉を回避するための複数の溝を設けておく。この溝と基板受け爪 2 6 a、2 6 b とのクリアランスを数 mm 程度に設定しておけば、基板 1 をマスク 2 に載置した後に基板受け爪 2 6 a、2 6 b がさらに下降しても、マスク枠 6 b と基板受け爪 2 6 a、2 6 b とが互いに干渉するのを回避できる。

【0045】

本実施形態では、後述するアライメント動作を行うため、保持部ベース 2 5 a、2 5 b を移動させるための基板保持シャフト 1 2 a、1 2 b は、互いに独立して昇降させることができるよう構成する。

20

【0046】

本実施形態では、複数のクランプ 2 7 a がクランプユニット 2 8 a に含まれ、複数のクランプ 2 7 b がクランプユニット 2 8 b に含まれているものとする。また、クランプユニット 2 8 a、2 8 b の押圧動作は互いに独立して制御できるものとする。

【0047】

クランプユニット 2 8 a、2 8 b、ないしクランプ 2 7 a、2 7 b の押圧解放（アンクランプ）状態と、押圧（クランプ）状態をそれぞれ図 6（a）、（b）に示す。以下、クランプユニット 2 8 a、2 8 b の動作の概略を説明するが、ここではクランプユニット 2 8 a を例に説明し、クランプユニット 2 8 b はクランプユニット 2 8 a と同様の構成であるため、説明を省略するものとする。

30

【0048】

クランプユニット 2 8 a の複数のクランプ 2 7 a は、クランプスライダ 3 2 a に固定されている。クランプスライダ 3 2 a は、基板保持部 8 の保持部ベース 2 5 a と保持部上板 3 5 a との間に配設されたリニアブッシュ 3 9 a によって、Z 方向にガイドされる。クランプスライダ 3 2 a は、天板 3 を貫通する駆動シャフト 3 4 a を介して Z 昇降スライダ 1 0 に固定される。クランプスライダ 3 2 a は駆動シャフト 3 4 a を介して電動シリンダ 3 6 a（図 5）が発生する力によって Z 方向に駆動することができる。

【0049】

クランプ 2 7 a が図 6（a）に示す位置から下降して図 6（b）に示す位置に達すると、クランプ 2 7 a は基板受け爪 2 6 a 上に載置された基板 1 の上面に当接し、基板 1 を基板受け爪 2 6 a に向かって押圧する。これにより、基板受け爪 2 6 a の挟持面とクランプ 2 7 a の挟持面との間で基板 1 を保持した状態となる。

40

【0050】

クランプ 2 7 a の上部には、クランプ 2 7 a によって一定の荷重を付加して基板 1 を保持するために、保持力（荷重）を発生させるバネ 2 9 a が配設される。クランプ 2 7 a とバネ 2 9 a との間にはロッド 3 1 a が存在し、クランプ 2 7 a が Z 方向に案内される。バネ 2 9 a は荷重調整ネジ 3 0 a によってギャップ g の大きさを変えることで全長を調整することができる。したがって、バネ 2 9 a の押し込み量によって、ロッド 3 1 a を介して

50

クランプ 27a に発生する押し込み力も自在に調整可能である。なお、この押し込み力が数 N ~ 数 10 N 程度であれば、基板 1 の自重よりも大きい荷重で基板 1 を押さえることができ、アライメント中に基板 1 がずれるのを抑制することができる。

【0051】

以上の構成によれば、クランプユニット 28a、28b、ないしクランプ 27a、27b の押圧力により基板 1 を保持した状態で、アライメント装置 101 によって X、Y、z 方向、および、Z 方向に移動し、位置決めすることができる。なお、クランプユニット 28a の複数のクランプ 27a は、それぞれが個別に設けられた駆動機構によって上下に駆動される構造であってよい。また、クランプユニット 28b の複数のクランプ 27b も、それぞれが個別に設けられた駆動機構によって上下に駆動される構造であってよい。また、保持部ベース 25a と基板受け爪 26a との間には、スペーサ 41a が設けられ、保持部ベース 25b と基板受け爪 26b との間には、スペーサ 41b が設けられている。

10

【0052】

次に、アライメント装置 101 において、基板 1 とマスク 2 との位置、すなわち、それぞれのアライメントマークの位置を同時に計測するための撮像装置について説明する。図 1 において天板 3 の外側の面には、マスク 2 上のアライメントマーク（マスクマーク）および基板 1 上のアライメントマーク（基板マーク）の位置を取得するための位置取得手段である、複数（本実施形態では 6 つ）の撮像装置 14 が配設される。

【0053】

図 16 は、本実施形態における撮像装置 14 の配置例を示している。同図のように、本実施形態では、基板 1 の第 1 辺（図中左側の長辺）の端部、および第 1 辺（同右側の長辺）の端部の 4 隅付近を撮影できるようそれぞれ 2 つずつ撮像装置 14a、14b が配置される。これら、それぞれ 2 台の撮像装置 14a、14b により基板 1 およびマスク 2 の 4 隅付近に配設されたアライメントマークを撮影可能である。

20

【0054】

さらに、撮像装置 14c、14d が、2 台の撮像装置 14a、14b の間、中央の部分で、基板の 2 つの短辺部の中央部分を撮影するよう配置されている。なお、図 1 では、撮像装置 14a、14b の配置を実線によって、また、撮像装置 14c の配置を破線によって示しているが、図 2 など、他の図面では、撮像装置 14c の図示を省略している場合がある。

30

【0055】

即ち、本実施形態では、クランプユニット 28a ないしクランプ 27a 側の 2 つの撮像装置 14a、クランプユニット 28b ないしクランプ 27b 側の 2 つの撮像装置 14b、これらの中央の撮像装置 14c、14d が設けられている。これらの撮像装置 14 は、高解像度の撮像が可能なカメラ 141、撮像光学系 142、照明部 143 から構成される（図 8）。

【0056】

図 16 は、基板 1 をクランプユニット 28a の基板受け爪 26a（図 1、図 5）と、クランプユニット 28b の基板受け爪 26b（同）に載置して、自重によって撓ませている状態を示している。本実施形態では、この基板の自重によって撓んでいる湾曲姿勢を利用して、アライメントのための撮像を行う。図 16 の湾曲姿勢では、基板 1 は下方向に凸な U 字型形状となる。図 17 は、湾曲姿勢にある基板 1 を上方から示したもので、基板 1 の底部中央の部位 V H は、同図に示すように上面視では長方形の領域である。

40

【0057】

図 18 は、図 17 の基板 1 の底部中央の部位 V H を長辺の中央の P - P 線に沿った断面の右半部を示している。なお、基板 1 の左半部については図示した右半部と線対象形状であるから図 18 では図示を省略している。図 16、図 17 の基板 1 の底部中央の部位 V H は、撮像装置 14c、14d の撮像範囲（画角）を含む。図 18 は、基板 1 が後述するような 1500 mm × 925 mm × 厚さ 0.5 mm のガラス基板である場合の断面形状と寸法を示している。図 18 に示すように、この規模のガラス基板では、部位 V H ないし、撮

50

像装置 14 c、14 d の撮像範囲に相当する基板 1 断面の高低差は、充分 0.5 mm 以下の範囲に収まる。この基板 1 の底部の部位 V H の範囲内に、図 17 ないし後述の図 7 (a) に示すように基板 1 の長辺である第 1 辺、第 2 辺に交差する第 3 辺 (図 16 手前側) および前記第 4 辺 (同奥側) に沿って基板マーク 37 c、37 d を設けておく。また、マスク 2 の上面には、上記基板マーク 37 c、37 d の近傍の位置にマスクマーク 38 c、38 d を設けておく (後述の図 7 (b))。

【0058】

例えば、基板サイズや厚みが変わっても、基板 1 の湾曲姿勢において、ほぼ平面とみなせ、基板マーク 37 を付与するに十分な部位 V H の高低差を、例えば 1 mm の範囲内に収めるのは容易である。上記構成によれば、撮像装置 14 c、14 d 被写界深度が数 mm 程度と狭い場合でも、上記のアライメントマーク (37 c、37 d、38 c、38 d) がいずれもその深度範囲に含まれるよう基板 1 と、マスク 2 の位置関係を調整することは容易である。

【0059】

図 16 では、上記基板 1 のアライメントマーク 37 c、37 d は、第 1 のアライメントマーク、第 2 のアライメントマークに相当する。アライメントマーク 37 c、37 d は、クランプユニット 28 a 側の第 1 辺、クランプユニット 28 b 側の第 2 辺の中心線 (図 16 の一点鎖線) を挟んで、部位 V H のほぼ対角線上に配置されている。これは、第 3 押圧部としてのクランプ 27 c、27 d が、第 1 辺、第 2 辺の中間、特に部位 V H のほぼ中心部をそれぞれ保持するよう配置しており、クランプ 27 c、27 d を逃げるようアライメントマーク 37 c、37 d を配置しているためである。

【0060】

しかしながら、クランプ 27 c、27 d と、アライメントマーク 37 c、37 d の位置関係を上記と交換するような配置であってもよい。第 1、第 2 のアライメントマーク 37 c、37 d を、クランプユニット 28 a 側の第 1 辺、クランプユニット 28 b 側の第 2 辺の中心線 (図 16 の一点鎖線) 上に相当する位置する。そして、クランプ 27 c、27 d の方をクランプユニット 28 a 側の第 1 辺、クランプユニット 28 b 側の第 2 辺の中心線 (図 16 の一点鎖線) を挟んで、部位 V H のほぼ対角線上に配置する。もちろん、撮像装置 14 c、14 d の画角にもよるが、このような配置であっても、図 16 の配置とほぼ同等のアライメント撮像が可能である。

【0061】

また、天板 3 には、撮像装置 14 a、14 b、14 c、14 d により成膜チャンバ 4 の内部に配置されたアライメントマークの位置を計測できるよう、上記の各撮像装置の撮像光軸上に貫通穴および窓ガラス 17 (図 1) が設けられている。さらに、撮像装置 14 の内部または近傍には、不図示の照明 (後述の照明部 143) が設けられ、基板 1 およびマスク 2 のアライメントマーク近傍に照明光を照射し、正確なマーク像の計測を行うことができる。

【0062】

ここで、図 7 (a) ~ 図 7 (c) を参照し、撮像装置 14 を用いて基板マーク 37 とマスクマーク 38 の位置を計測する方法を説明する。図 7 (a) は、基板保持部 8 に保持されている状態の基板 1 を上から見た図である。基板 1 上には、図 16 の 4 隅の撮像装置 14 a、14 a、14 b、14 b (図 16) で計測可能な基板マーク 37、37、37、37 が基板 1 の 4 隅に形成されている。また、基板 1 の第 3 辺 (同図手前側) および第 4 辺 (同図奥側) に沿ってアライメントマーク 37 c、37 d を設けておく。例えば、マスク 2 に対して基板 1 がフラットに載置された状態であれば、4 つの基板マーク 37 を 4 つの撮像装置 14 a、14 a、14 b、14 b によって例えば同時に撮像可能である。そして、図 1 の制御装置 50 が、撮像画像から各基板マークの中心位置である 4 点を求め、4 点の位置関係から基板 1 の並進量、回転量を算出する。これにより、制御装置 50 は、基板 1 の位置情報を取得することができる。

【0063】

10

20

30

40

50

また、後述の主要なアライメント動作（図9のS111～S113）では撮像装置14c、14dによって、例えば2つの基板マーク37c、37dを撮像し、2点の位置関係から基板1の並進量、回転量を算出する。このような計測工程によって、湾曲姿勢にある基板1の底部の部位VH付近を基準として、基板1のアライメント情報を取得することができる。

【0064】

また、図7（b）はマスク2を上から見た図である。マスク2の4隅には撮像装置14で計測可能なマスクマーク38、38、38、38が形成されている。また、マスク2の第3辺（同図手前側）および第4辺（同図奥側）に沿ってマスクマーク38c、38dを設けておく。例えば4つのマスクマーク38を4つの撮像装置14a、14a、14b、14bによって例えば同時に撮像可能である。そして、図1の制御装置50が、撮像画像から各マスクマークの中心位置である4点を求め、4点の位置関係からマスク2の並進量、回転量などを算出する。このようにして、制御装置50はマスク2の位置情報を取得することができる。

【0065】

上記のアライメント撮像の時、実際には、基板1とマスク2とがZ方向に重なっている。例えば、基板1はガラスなどの透明材料から構成されてため、各マークを成膜が行う必要な基板/マスクの外周部などに配置しておけば、この状態で基板マーク37とマスクマーク38は撮像装置14によって同時に撮像できる。

【0066】

図7（c）は、1つの撮像装置14によって、1組のマスクマーク38および基板マーク37を撮像した際の視野43のイメージを示している。このように撮像装置14の視野43内において、基板マーク37とマスクマーク38とを同時に撮像することができ、マーク中心同士の相対的な位置を測定することができる。なお、制御装置50とは別の画像処理装置を用意して、その画像処理装置に画像処理を行わせて、マークの位置を計測してもよい。マスクマーク38および基板マーク37の形状は、それぞれの中心位置を算出しやすい形状であればいかなる形状であってもよいが、互いを区別できるように、互いに異なる形状であるのが好ましい。

【0067】

精度の高いアライメントが求められる場合、撮像装置14として数 μm のオーダーの高解像度を有する高倍率カメラが用いられる。この高倍率カメラは、視野が数mmと狭いため、基板1を受け爪に載置した状態のずれが大きいと、基板マーク37が視野から外れてしまう場合がある。そこで、高倍率カメラによる撮像装置14とは別に、高倍率カメラと併せて広い視野をもつ低倍率カメラを併設してもよい。その場合、低倍率カメラを配置（詳細不図示）しておき、マスクマーク38と基板マーク37が同時に高倍率カメラの視野に収まるよう、大まかなアライメントを行った後、高倍率カメラを用いて高い精度で位置計測を行うことができる。

【0068】

制御装置50は、撮像装置14によって取得したマスク2の位置情報および基板1の位置情報から、マスク2と基板1との相対位置情報を求めることができる。制御装置50は、この相対位置情報を用いて昇降スライダ10、回転並進機構111、および基板保持部8のそれぞれの駆動量を制御する。撮像装置14として高倍率カメラを用いた場合、例えばマスク2と基板1の相対位置を数 μm の精度で調整することができる。

【0069】

マスク2と基板1とのアライメントが完了した後は、成膜チャンバ4の成膜空間に配置された蒸着源7から成膜材料の蒸気を放出させ、基板1の表面にマスク2を介して成膜する成膜工程を開始する。

【0070】

続いて、図8～図15を参照して、本実施形態の成膜装置の構成と、基板およびマスクのアライメント動作につきさらに詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

図 8 は、本実施形態の成膜装置のアライメント機構の要部の構成を、図 9 は図 1 2 の制御系によるアライメント制御の流れを示している。また、図 1 0 (a)、(b)、(c) ~ 図 1 4 (a)、(b)、(c) は、図 9 の手順により制御されるアライメント機構のアライメント動作を、図 1 5 は本実施形態の成膜装置が配置された生産ラインの構成を示している。

【 0 0 7 2 】

図 1 5 に示した生産ラインは、複数の成膜室 3 1 が搬送室 3 3 に接続された構成であり、一般にクラスタ型ラインと呼ばれることがある。図 1 5 に示した生産ラインでは、生産ラインの先頭には投入室 3 2 が設けられている。大気圧の下で基板 1 を投入室 3 2 に投入してから投入室 3 2 を真空排気することで、成膜室 3 1 や搬送室 3 3 は真空状態で基板 1 を搬送することができる。この生産ラインの搬送方式は、投入室 3 2 へは基板を 1 枚 1 枚投入する枚葉式でも良いし、ある程度の数量を一括して入れるカセット式の処理でもよく、当業者は前工程との接続に合わせた方式を選択することができる。

【 0 0 7 3 】

マスク 2 を投入するマスク室（不図示）は、搬送室 3 3 に面して、あるいは成膜室 3 1 に面して配置することができる。特に、搬送室 3 3 に設置される搬送機構 3 4 がマスク 2 を搬送できる可搬重量があれば、搬送室 3 3 にマスク室を取り付けても良い。

【 0 0 7 4 】

例えば、有機 E L ディスプレイの製造ラインにおいては、複数の膜を積層して成膜することが必要になる。そこで、有機 E L ディスプレイを製造するのであれば、図 1 5 の生産ラインには、少なくとも成膜すべき膜の数だけ成膜室 3 1 が必要となる。また、膜厚や成膜レートにより同一膜でも複数の成膜室 3 1 が必要となる場合もある。このように生産ラインの成膜室 3 1 の数は、任意であって、本発明を限定するものではない。

【 0 0 7 5 】

また、搬送室 3 3 の間には、受渡室 3 5 が配置される。受渡室 3 5 は、例えば搬送室 3 3 の接続を行う機能と、基板 1 の向きを一定にする機能を有する。例えば、不図示の回転機構で基板 1 を 1 8 0 ° 回転することにより、各クラスタでの基板向きを一定とすることができる。

【 0 0 7 6 】

図 1 5 の成膜室 3 1 は、図 1 ~ 図 7 に示した成膜装置 1 0 0 に相当し、アライメント装置 1 0 1 を備える。アライメント装置 1 0 1 の要部の構成を図 8 に示す。上述のように、アライメント装置 1 0 1 は、成膜室 3 1 の成膜チャンバ 4 内に配置されている。図 8 では、アライメント装置 1 0 1 のアライメント動作に必要な部位を簡略に示しており、その参照符号は上述と同様であり、以下では各部位に関する重複する記述は省略するものとする。

【 0 0 7 7 】

図 8 のアライメント装置 1 0 1 は、上述のクランプユニット 2 8 a、2 8 b を備える。クランプユニット 2 8 a、2 8 b は、独立して昇降動作できるよう駆動系が構成されており、基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、クランプ 2 7 a、2 7 b を備えている。マスク箔およびマスク枠から成るマスク 2 はマスク保持部 9 によって、蒸着源 7 の上方に支持されている。また、クランプユニット 2 8 a、2 8 b によって保持される基板 1 と、マスク 2 のアライメント状態を撮像するため、アライメント装置 1 0 1 の上部、基板 1 の中央には上述の撮像装置 1 4 c、1 4 d が配置されている（図 1 6）。撮像装置 1 4 c、1 4 d は、それぞれアライメントマーク 3 7 c、3 7 d を撮影する。また、アライメント装置 1 0 1 の上部、基板 1 の 4 隅を撮影できるように上述の撮像装置 1 4 a、1 4 b が配置される（図 1 6）。撮像装置 1 4 a、1 4 b は、例えばそれぞれ 2 台ずつ、クランプユニット 2 8 a、2 8 b の上部近傍に配置され、図 6 のように基板 1 およびマスク 2 の 4 隅に配置された基板マーク 3 7 およびマスクマーク 3 8（図 7、図 1 7）を撮像する。ただし、図 8 では、後述の図 9 で説明するアライメント制御の要部で用いられる撮像装置 1 4 c、1 4 d のみを図示し、撮像装置 1 4 c、1 4 d については図示を省略してある。

【 0 0 7 8 】

成膜処理に際しては、上述のように、ドライポンプ 1 2 3 にて荒引き排気の圧力領域まで排気を行う。例えば、成膜チャンバ 4 の圧力が 50 Pa 以下となるまでドライポンプ 1 2 3 により排気を行う。そして、成膜チャンバ 4 内の圧力が 50 Pa 以下となったら、不図示のバルブを切り替え、クライオポンプ 1 2 4 により、本引き排気を行う。本実施形態では、クライオポンプ 1 2 4 により $10^{-5} \text{ Pa} \sim 10^{-4} \text{ Pa}$ 台の圧力領域まで排気を行い、この圧力環境下で成膜を行う。

【 0 0 7 9 】

クライオポンプ 1 2 4 にて本引き排気を行い、上記の圧力が達成されると、蒸着源 7 の加熱を行う。本実施形態においては、 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下の圧力になってから蒸着源 7 内に設置された不図示のヒータに通電することで蒸着源 7 の温度を上昇させる。蒸着源 7 内部にはルツボと呼ばれる蒸着材料の容器が収容されており（詳細不図示）、蒸着源 7 内部のヒータによりルツボを加熱し、最終的にルツボ内部に収納された蒸着材料の温度を上昇させる。

10

【 0 0 8 0 】

蒸着源 7 の温度は、例えば蒸着源 7 内に設けられた熱電対（不図示）により温度を測定しながら、加熱開始初期状態においては所望の温度勾配によって加熱を行うよう制御する。有機材料であれば $300 \sim 400^\circ \text{C}$ 程度が成膜温度で、ある程度の温度となったところで、不図示のレートセンサによる制御へと切り替える。このレートセンサは蒸着材料の成膜レートをモニタするもので、レートセンサで確認される成膜レートが所定レートで安定したら、基板 1 への成膜を行うことができる。

20

【 0 0 8 1 】

基板 1 へ成膜を行う先立ち、基板 1 とマスク 2 のアライメント（位置合わせ）を行う。このアライメント制御は、上記の蒸着処理、例えば圧力制御や蒸着源 7 の加熱などの処理は、制御装置 50（CPU 1601）により非同期的に制御することができる。基板 1 には成膜しない非成膜エリアがあり、その部分に蒸着材料を付着させないためにマスク 2 が用いられる。マスク 2 には成膜エリアに開口部があり、非成膜エリアにマスク部が設けられている。有機 EL ディスプレイ向けの塗り分けでは、赤・緑・青の材料を塗り分ける必要があり、近年では、高精細化のためにアライメントの高精度化の需要が高まっている。

【 0 0 8 2 】

30

例えば、赤色の発光材料を塗り分ける際には、基板 1 に形成された赤色用の電極部分に対して開口部が設けられた基板 1 とマスク 2 とを位置合わせしてから赤色の蒸着材料を成膜する。これにより、赤色電極部分だけに赤色材料が形成されることになる。基板 1 とマスク 2 との位置合わせを高精度に行えれば、他の色が混ざることが防止され、また、電極間隔を狭くすることができ、有機 EL ディスプレイの性能を向上させることができる。アライメント装置 101 は、上述のように、成膜チャンバ 4 の天板 3 から吊り下げられるように配置されている。

【 0 0 8 3 】

図 9 によってアライメント制御を詳細に説明する前に、このアライメント制御の概略を説明する。基板 1 は搬送室 33 内に配置された搬送機構 34 にて成膜室 31 内のアライメント装置 101 に搬送される。この基板受け渡し時、アライメント装置 101 は水平状態に搬送機構 34 により把持された基板 1 を、基板の対向する長辺の 2 辺（第 1 辺、第 2 辺）に沿って配置された基板受け爪 26a、26b 上に受け取る。

40

【 0 0 8 4 】

この時、基板 1 の 4 辺のうち、基板の対向する長辺の 2 辺、第 1 辺、第 2 辺と直交する第 3 辺、第 4 辺 2 辺はクランプしない。また、クランプ 27a、27b を押圧解除状態とすると、図 10（a）に示すように基板 1 は自重で下凸な U 字形状に撓み、第 1 辺（左側）、第 2 辺（右側）の中心線が最低部をなすように変形した湾曲姿勢となる。

【 0 0 8 5 】

この基板 1 の湾曲姿勢を保ったまま、図 10（b）に示すようにクランプ 27a、27

50

bを押圧状態とし、図10(c)に示すように基板1の下部中央に進入させた基板受け爪26c、26dに接するよう、クランプユニット28a、28bを下降させる。そして、図11(a)、(b)、(c)に示すように長辺(第1辺、第2辺)の中間において、クランプ27c(27d)を作動させて、基板受け爪26c(26d)に対して、基板1を押圧する。

【0086】

さらに、基板1の湾曲姿勢を保ったまま、図12(a)、(b)、(c)のように基板1を下降させ、基板1の最低部がマスクに接触しない範囲で、基板をマスク2に接近させる。図16、図17で説明したように、基板1のU字形状の最低部付近の部位VHは高低差1mmの範囲内で、略平面とみなして良く、部位VHにアライメントマーク37c、37dを配置する。また、図7(a)~(c)で説明したようにマスク2のマーク38c、38dもこの近傍に配置される。例えば、基板1とマスク2のアライメントマークは、互いに重なり合わないような位置関係で配置しておく。基板1のU字形状の最低部付近の部位VHは充分0.5mm以下の範囲に収まる。そして、撮像基板1をマスク2に接近させたとき、撮像装置14c(14d)の撮像光学系142が高分解能の撮像光学系であっても被写界深度内に基板1とマスク2のアライメントマークが含まれる状態を形成するのは容易である。例えば、基板サイズや厚みが変わっても、基板1の湾曲姿勢において、ほぼ平面とみなせ、基板マーク37を付与するに充分な部位VHの高低差を、例えば1mmの範囲内に収めるのは容易である。

【0087】

この状態で、撮像装置14c(14d)で近接した画角内に撮像されたアライメントマーク(37c、38c、37d、38d)の画像を画像処理し、数値演算をすることによって、基板1とマスク2のズレ量を高精度で算出することができる。

【0088】

そして算出されたズレ量から不図示の移動機構によりクランプユニット28a、28b、28c(28d)を計算されたズレ量を低減するように移動させることにより、基板1とマスク2のアライメントを高精度に行うことができる。

【0089】

次に、クランプユニット28c(28d)のクランプを解除して、旋回(図16)させ、基板1の上下の領域から退避させる。続いて、図13(a)~(c)に示すようにクランプユニット28a、28bをさらに下降させ、アライメント済みとなった基板1をマスク2に当接させる。本実施形態によれば、この段階まで、マスクフレームの支持が無いマスク2中央部においても、基板1のU字形状により基板1の中央部の撓みは少なく、マスク当接による基板1のズレは基板保持により最小に抑制できる。

【0090】

次に、図14(a)~(c)に示すようにクランプユニット28a、28bをさらに下降させ、基板1を下降させてマスク2に対する重ね合わせを進行させる。基板1はマスク2に対して、中央部から徐々に接地していく。この過程で、基板1の中央部の撓みは徐々に大きくなるが、すでに大部分の面積の当接が済みであり、基板1のズレは最小に抑制される。このようにして、基板1とマスク2とが、初期の位置関係で位置合わせ(アライメント)され、重ね合わせが終了する。基板1がマスク2上に載置完了となった後は、クランプユニット28a、28bのクランプ(押圧)を解除してもよい。ただし、その後の成膜工程が開始されるまで、クランプユニット28a、28bのクランプ(押圧)を継続するよう制御してもよい。

【0091】

以上のようにしてアライメントが完了したら成膜動作を行う。レートセンサ(不図示)によって蒸着源7が所望の成膜レートになったことを確認して、蒸着源7によって所望の材料を所望の膜厚で基板1に堆積させる。その際、成膜を必要としない部位はマスク2によりマスキングされ、その部位には蒸着材料が付着しないよう制御される。なお、蒸着源7には直線状に蒸着材料が放出される穴が設けられている(詳細不図示)。また、蒸着源

10

20

30

40

50

7は、例えば基板下面の蒸着が必要な範囲をカバーできるよう移動可能に構成しておくことができる。例えば、図9に示したような有機ELディスプレイの有機ELパネルを生産する生産ラインにおいては、各々の成膜室31で上記のような工程を繰り返して、基板1に対して必要な場所に必要な膜を成膜することができる。

【0092】

ここで、図9に示したアライメント制御手順の一例につき、図10(a)、(b)、(c)～図14(a)、(b)、(c)を参照しつつ説明する。図9の手順は、例えば制御装置50(図1)ないしCPU1601(図19)の制御プログラムとして記述することができる。この制御プログラムは、上記の外部記憶装置1606や、ROM1602の(例えばEEPROM領域)のような記憶部に格納しておくことができる。

10

【0093】

基板1は搬送室33内に配置された搬送機構34(搬送ハンド)により、成膜室31内のアライメント装置101に向かって搬送される(図9のS100)。そして、アライメント装置101は、図10(a)に示すように、基板1を基板受け爪26a、26b上に受け取る(S101)。この時、基板1は、自重によって撓み、下方向に凸なU字型の形状、即ち湾曲姿勢となる(姿勢制御工程)。

【0094】

次に、図10(b)に示すように、基板受け爪26a、26b上に載置された基板1の4辺のうち、第1辺、第2辺の2辺をクランプする(S102:長辺クランプ)。例えば、第1押圧部、第2押圧部として機能するクランプ27a、27bを作動させ、第1基板支持部、第2基板支持部としての基板受け爪26a、26bに対して基板1を押圧する。その後、搬送機構34(搬送ハンド)が基板受け爪26a、26bの上部から退避する(S103)。

20

【0095】

続いて、図10(c)に示すように、基板受け爪26c、26dと、クランプ27c、27dを旋回、ないし上昇させて、基板1中央のU形状底部の上下の空間に進入させる(S104)。即ち第3基板支持部(ないし第4基板支持部)としての基板受け爪26c、26dによって、基板1の湾曲姿勢の底部も支持される。

【0096】

さらに、図11(a)に示すように、クランプユニット28a、28bの基板受け爪26a、26bと、基板受け爪26c、26dと、を同期して下降させる。基板1は湾曲姿勢を保ったまま下降し(S105)、例えば基板1がマスク2上の高さ30mmの高度となった時に基板受け爪26a、26bと、基板受け爪26c、26dと、の同期下降を停止させる(S106)。

30

【0097】

そして、図11(b)に示すように、基板中央のクランプ27c、27dを作動させ、短辺(第3辺、第4辺)において、基板1を基板受け爪26c、26dに向かって押圧する(S107)。その後、図11(c)に示すように、クランプ27a、27b、クランプ27c、27dにより全てクランプ(押圧)状態となった基板受け爪26a、26bと、基板受け爪26c、26dと、を同期して下降させる(S108)。

40

【0098】

そして、基板1がマスク2上の高さ0.5mmの高度となった時に基板受け爪26a、26bと、基板受け爪26c、26dと、の同期下降を停止させる(S109:基板下降工程)。この基板1のマスク2上の高度は、基板1がマスク2と接触せず、かつ、撮像装置14c、14dの撮像光学系142の被写界深度内に、基板1およびマスク2が進入するような高さである。これにより、撮像装置14c、14dにより、高精度で基板マーク37およびマスクマーク38を撮像することができる。また、基板1とマスク2と接触させないため、互いに擦り合うことなくアライメント(後述のS111～S113)を行うことができる。

【0099】

50

次に、図 1 2 (a) に示すように、その湾曲姿勢によって基板 1 とマスク 2 が最も近接した中央部付近に配置された基板マーク 3 7 およびマスクマーク 3 8 を撮像装置 1 4 c、1 4 d により撮像する (S 1 1 0)。制御装置 5 0 ないし C P U 1 6 0 1 は、撮像装置 1 4 c、1 4 d により撮像された画像を画像処理し、数値演算を行って、撮像した基準辺付近における基板 1 とマスク 2 の、例えば X Y 平面に沿ったズレ量を算出する (計測工程)。【 0 1 0 0 】

そして、計測されたズレ量が減少するようにクランプユニット 2 8 a、2 8 b により把持した基板 1 を移動させる (S 1 1 1 ~ S 1 1 3 : アライメント工程)。ここでは、図 1 2 (b) に示すように、計測されたズレ量が減少するように基板 1 を移動させ (S 1 1 1)、移動後、再度撮像とズレ量の算出 (S 1 1 2) を行う。このズレ量の取得は、例えば再度、撮像装置 1 4 c、1 4 d による撮影 (S 1 1 2、図 1 2 (c)) と上記の画像処理を行うことで行える。S 1 1 3 で、アライメント後のズレ量がしきい値以下であれば S 1 1 4 に進み、しきい値より大きい場合は S 1 1 1 へ戻り再度アライメント動作を行う。

【 0 1 0 1 】

アライメント後のズレ量がしきい値以下であれば、図 1 3 (a) に示すように、基板 1 を湾曲姿勢を保ったまま、下降させる。即ち、クランプ 2 7 a、2 7 b、クランプ 2 7 c、2 7 d により全てクランプ (押圧) 状態となっている基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、を同期して下降させる (S 1 1 4)。

【 0 1 0 2 】

その後、基板 1 を、中央部から除々にマスク 2 に接触させていく。図 9 の例では、基板 1 はマスク 2 に対して充分大きいか、あるいは、マスク 2 ないしマスク保持部 9 に逃げが設けてあるものとする。即ち、基板 1 とマスク 2 が接触開始しても、基板 1 を短辺 (第 3 辺、第 4 辺) 中央で保持するクランプ 2 7 c、2 7 d と基板受け爪 2 6 c、2 6 d とは、基板 1 の上下から退避させる必要がない構造である。そのため、図 9 の制御では、クランプ 2 7 c、2 7 d と基板受け爪 2 6 c、2 6 d の基板 1 の上下からの退避は後述の S 1 1 9 で行う。ただし、後述の実施例 1 など説明するように、構造によっては、基板 1 とマスク 2 が接触開始するに先立ち、クランプ 2 7 c、2 7 d と基板受け爪 2 6 c、2 6 d とが基板 1 の上下から退避可能である構成を採用してもよい。

【 0 1 0 3 】

基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、を同期して下降させると、図 1 3 (b) に示すように、まず、湾曲姿勢にある基板 1 中央の最低部がマスク 2 に接触する (S 1 1 5)。続いて、基板 1 の長辺部 (第 1 辺、第 2 辺) において、クランプ 2 7 a、2 7 b のクランプを解除 (アンクランプ) する (S 1 1 6)。この時、この図 9 の制御例では、基板 1 の中央の基板保持部であるクランプ 2 7 c、2 7 d と基板受け爪 2 6 c、2 6 d との保持は依然として続行させている。ただし、S 1 1 6 におけるクランプ 2 7 a、2 7 b のクランプ解除 (アンクランプ) は、基板 1 の安定度などに応じて、より遅いタイミング (例えば S 1 1 9) で行うよう制御してもよい。

【 0 1 0 4 】

この段階で、湾曲姿勢にある基板 1 中央の最低部がマスク 2 に接触 (S 1 1 5) しているので、図 1 3 (c) に示すように、さらに、クランプユニット 2 8 a、2 8 b の基板受け爪 2 6 c、2 6 d のみを低速で下降させる (S 1 1 7)。このとき、既にその付近で基板 1 が接地状態にある中央の基板受け爪 2 6 c、2 6 d はその高度を維持させる。この動作によって、基板 1 の下面が前面でマスク 2 の上面に接触する (S 1 1 8)。

【 0 1 0 5 】

続いて、図 1 4 (a) に示すように、クランプ 2 7 c、2 7 d をアンクランプ、即ち、基板 1 の中央の基板保持部であるクランプ 2 7 c、2 7 d と基板受け爪 2 6 c、2 6 d との保持を解除する (S 1 1 9)。さらに、図 1 4 (b) に示すように、長辺部 (第 1 辺、第 2 辺) および短辺部 (第 3 辺、第 4 辺) を支持するクランプユニット 2 8 a、2 8 b の基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、基板受け爪 2 6 c、2 6 d を下降させる (S 1 2 0)。これにより、基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、基板受け爪 2 6 c、2 6 d は基板 1 の下面から

10

20

30

40

50

離間する。

【 0 1 0 6 】

その後、図 1 4 (c) に示すように、基板 1 とマスク 2 が密着した状態において、さらに基板マーク 3 7 およびマスクマーク 3 8 を撮像して、基板 1 とマスク 2 の密着後のズレ量を算出のズレ量を算出する (S 1 2 1)。この場合、撮像装置 1 4 c、1 4 d を用いて基板 1 およびマスク 2 の中央部の基板マーク 3 7 およびマスクマーク 3 8 を撮像した結果に基づき、ズレ量を計測する。あるいは、例えば、撮像装置 1 4 a、1 4 b を用いて基板 1 およびマスク 2 の 4 隅に配置された基板マーク 3 7 およびマスクマーク 3 8 を撮像した結果に基づき、ズレ量を計測してもよい。算出したズレ量をしきい値以下であればアライメント動作を終了し、しきい値より大きい場合は、S 1 2 3 を経由して S 1 0 6 へ復帰する (S 1 2 2)。なお、S 1 2 3 では、クランプユニット 2 8 a、2 8 b により基板 1 をクランプして例えば 3 0 mm 程度、上昇させ、基板 1 の湾曲姿勢を形成する。この S 1 2 3 は、S 1 0 5 が終了した後と同じように、基板 1 を湾曲姿勢に移行させるためのものである。

10

【 0 1 0 7 】

以上のようにしてアライメントが完了したら成膜動作を行う。レートセンサ (不図示) によって蒸着源 7 が所望の成膜レートになったことを確認して、蒸着源 7 によって所望の材料を所望の膜厚で基板 1 に堆積させる。その際、成膜を必要としない部位はマスク 2 によりマスキングされ、その部位には蒸着材料が付着しないよう制御される。なお、蒸着源 7 には直線状に蒸着材料が放出される穴が設けられている (詳細不図示)。また、蒸着源 7 は、例えば基板下面の蒸着が必要な範囲をカバーできるよう移動可能に構成しておくことができる。例えば、図 9 に示したような有機 E L ディスプレイの有機 E L パネルを生産する生産ラインにおいては、各々の成膜室 3 1 で上記のような工程を繰り返して、基板 1 に対して必要な場所に必要な膜を成膜することができる。以下では、成膜装置における具体的な実施態様を示すいくつかの実施例を説明する。

20

【 0 1 0 8 】

< 実施例 1 >

本実施例のアライメントを行う構成は、上述の主に図 1 ~ 図 8、図 1 0 (a)、(b)、(c) ~ 図 1 4 (a)、(b)、(c) で説明したものと同一である。また、成膜システム全体は、図 1 5 に示した構成であるものとする。本実施例のアライメントで用いた基板 1 は、1 5 0 0 mm x 9 2 5 mm x 厚さ 0 . 5 mm のガラス基板である。通常の生産においては基板 1 には有機 E L ディスプレイ用の T F T が形成されているが、本実施例においてはアライメント動作を検証すべく、アライメントマークと各電極パターンのみが無アルカリガラス状に形成された基板を用いた。

30

【 0 1 0 9 】

基板 1 は搬送室 3 3 の中央に設置された搬送機構 3 4 (図 1 5) によって、成膜室 3 1 に真空雰囲気にて水平姿勢で搬送され、アライメント装置 1 0 1 (図 8) に受け渡される。本実施例においては、アライメント装置 1 0 1 は、基板 1 を水平状態 (第 1 の姿勢) で把持し、本実施例においては、長辺 (図 1 6) の 2 辺の例えばそれぞれ 8 か所をクランプユニット 2 8 a、2 8 b (図 8) によりクランプし、各辺部を同期昇降させる。

40

【 0 1 1 0 】

本実施例においては、基板 1 は搬送機構 3 4 からアライメント装置 1 0 1 に受け渡され、長辺 1 5 0 0 mm の 2 辺をクランプした状態で自重により U 字形状に撓んで、基板最低部は基板支持部から 8 . 5 mm 下方となった。この基板 1 の湾曲姿勢において、基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、クランプ 2 7 c、2 7 d により、ほぼ平面とみなすことができる基板 1 の部位 V H (図 1 6) の中央、アライメントマーク近傍の基板最低部を保持する。

【 0 1 1 1 】

基板支持部および基板保持部を同期下降させて基板 1 をマスク 2 に接近させ、基板最低部付近の基板 1 とマスク 2 のアライメントマーク (3 7 c、3 8 c、3 7 d、3 8 d) を撮像装置 1 4 c、1 4 d により撮像する。この時、照明部 1 4 3 には、同軸照明を使用し

50

、本実施例においては、基板 1 とマスク 2 の最近接距離を 0 . 5 mm となるように設定した。また、撮像装置 1 4 c、1 4 d の撮像光学系 1 4 2 の被写界深度は 0 . 8 mm であり、基板 1 とマスク 2 の各々のアライメントマーク (3 7 c、3 8 c、3 7 d、3 8 d) は上記被写界深度に充分収まる。

【 0 1 1 2 】

撮像装置 1 4 c、1 4 d の撮像光学系 1 4 2 の被写界深度を 0 . 8 mm と浅くすることで絞り F 値を絞り開放、またはそれに近い値に小さくすることができ、その結果、撮像過程におけるレンズ分解能を向上させることができる。この意味で、近接距離はできるだけ近くすることが好ましい。撮像装置 1 4 c (1 4 d) にて撮像した画像を画像処理にて数値演算をすることで基板 1 とマスク 2 のズレ量を算出する。算出されたズレ量から不図示の移動機構によりズレ量分を移動させることで基板 1 とマスク 2 のアライメントを行う。本実施例の場合、ズレ量が 3 μ m 以内になるまで撮像とズレ量の移動の動作を繰り返した。ズレ量が所望の範囲内になったら、基板 1 をマスク 2 に重ね合わせる載置動作に入る。

10

【 0 1 1 3 】

基板 1 をマスク 2 に重ね合わせる載置動作においては、まず基板 1 の湾曲姿勢を保ったまま基板 1 をマスク 2 に接近させる。即ち、長辺部の基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、クランプ 2 7 a、2 7 b、および短辺中央の基板受け爪 2 6 c、2 6 d と、クランプ 2 7 c、2 7 d で基板 1 を保持した状態で、これらを同期的に下降させる。基板 1 が中央部でマスク 2 に接触する前に、クランプ 2 7 c (2 7 d) と、基板受け爪 2 6 c、2 6 d との押圧を解除し、これらを基板 1 の上下空間から退避させる (図 16 参照)。そして、基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、クランプ 2 7 a、2 7 b をさらに同期的に下降させ、基板 1 を中央部でマスク 2 に接触させる。なお、この時、強接触による基板 1 の破損を防止するため、実際にはマスク接触より若干上部で停止させる制御を行うようにしてもよい。

20

【 0 1 1 4 】

基板 1 を中央部でマスク 2 に接触させた後、長辺部の基板受け爪 2 6 a、2 6 b と、クランプ 2 7 a、2 7 b をさらに下降させると、基板 1 は中央部から両側の長辺部 (第 1 辺、第 2 辺) に向かって除々に接地していく。この時、適当なタイミングで、クランプ 2 7 a、2 7 b の押圧は解除してよい。この際、クランプ 2 7 a、2 7 b のクランプを継続して接地操作を続けるか、あるいは、クランプを解除してから下降するかを重ね合わせのアライメントズレの発生状況などに応じて選択する制御を行ってもよい。

30

【 0 1 1 5 】

基板 1 の下面全面がマスク 2 に重ね合わせできたら、基板受け爪 2 6 a、2 6 b の下降動作を停止する。以上のようにして、基板 1 とマスク 2 の密着を完了させることで、接触動作において基板 1 のズレを極力生じさせないよう接触させる動作が可能となる。

【 0 1 1 6 】

本実施例によれば、上記のように、基板 1 の自重による U 字形状の自然な湾曲姿勢を利用して、中央の最下部付近に設けた基板 1 とマスク 2 の各々のアライメントマーク (3 7 c、3 8 c、3 7 d、3 8 d) を用いてアライメント撮像を行うことができる。このため、撮像装置 1 4 c、1 4 d の撮像光学系 1 4 2 に被写界深度の小さい、光学分解能が高いレンズを使用することができ、撮像装置 1 4 c、1 4 d で撮像されるアライメント画像の解像度が向上させることができる。また、撮像時、基板の U 字形状の底部のアライメントマーク近傍を保持することにより、アライメント後の重ね合わせ時に不動点として不確定に発生する摩擦力に対抗することができる。その結果、本実施例によれば、基板 1 のマスク 2 への載置動作では、位置ズレ量を含め、最終的なアライメント精度を 5 μ m 以内に抑えることができた。

40

【 0 1 1 7 】

< 実施例 2 >

以下では、実施例 1 におけるアライメント動作を行った後の成膜動作を詳細に説明する。

【 0 1 1 8 】

本実施例の成膜装置においても、アライメント装置 1 0 1 は、真空排気可能な成膜チャ

50

ンバ 4 内に配置されている。成膜チャンバ 4 内には、大気圧環境に対して減圧環境とするための真空排気機構として、ドライポンプ 1 2 3 およびクライオポンプ 1 2 4 が設けられ、成膜圧力までの排気を行うことができる。本実施例においては $5 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ 以下になるまで排気した後、蒸着源 7 の加熱を開始する。

【 0 1 1 9 】

蒸着源 7 には、上述のように材料収納容器としてルツボ（不図示）が設けられ、本実施例では蒸着材料として A 1 q 3 を用いた。蒸着源 7 内に設置された不図示のヒータにより蒸着源 7 の温度が室温から 3 2 0 になるまで 3 時間程度かけて昇温を行った。蒸着源温度が 3 2 0 になったら、レート制御に切り替えてレートセンサ、例えば水晶膜厚計にて成膜レートを測定しながら所定の成膜レートとなるまで制御した後、成膜を開始した。本実施例では、5 / s e c の成膜レートとなるように蒸着源 7 を制御した。

10

【 0 1 2 0 】

蒸着源 7 の成膜レートが安定したところで基板 1 を搬送機構（詳細不図示）によって成膜チャンバ 4 内に搬送する。基板 1 としては実施例 1 と同様に第四世代と呼ばれる基板サイズを用い、具体的には $930 \times 720 \times 0.5 \text{ t (mm)}$ の無アルカリガラス基板を使用した。基板 1 とマスク 2 のアライメントは実施例 1 で説明したのと同様に行い、上述のようにして基板 1 とマスク 2 のアライメントが取れ、基板 1 とマスク 2 が密着状態となった後、成膜動作を行った。

【 0 1 2 1 】

上述のように蒸着源 7 には直線状に蒸着材料が放出される穴が設けられ（詳細不図示）、蒸着源 7 が移動することにより基板 1 に蒸着材料 A 1 q 3 を成膜する。本実施例において、5 / s e c の成膜レートとなるように制御した場合の蒸着源 7 の温度は 3 3 0 ~ 3 4 0 程度であった。蒸着源 7 内部の蒸着材料の残量により温度が変化するが、本実施例では、蒸着源 7 の温度が 3 3 0 程度で 5 / s e c の成膜レートの時に成膜動作を行った。1 0 0 0 成膜する際の時間は 2 0 0 s e c であり、その場合、蒸着源 7 を 2 往復させて基板 1 に堆積させた。

20

【 0 1 2 2 】

成膜後、基板 1 に堆積させた蒸着材料が基板 1 に形成されたパターンとのズレ量を確認したところ、本実施例の成膜処理では、目標位置に対して $10 \mu\text{m}$ 以内の誤差を達成することができた。以上、本発明の実施形態、および実施例 1 ~ 3 につき説明したが、これらはいくまでも一例に過ぎず、本発明は実施形態や実施例の構成に限定されるものではなく、当業者において種々の設計変更が可能なものというまでもない。

30

【 符号の説明 】

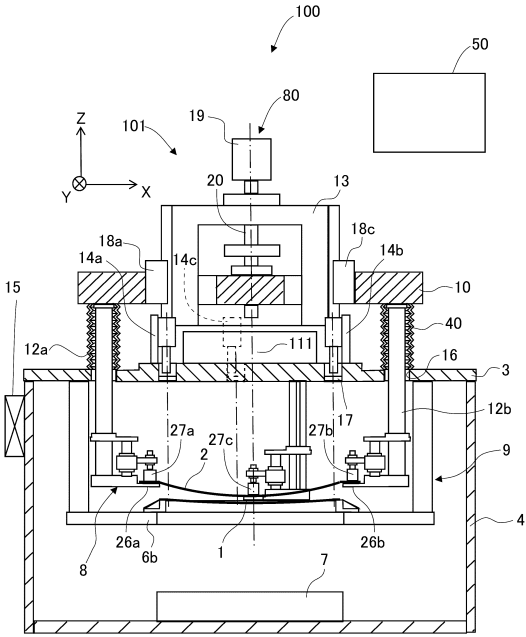
【 0 1 2 3 】

1 ... 基板、2 ... マスク、4 ... 成膜チャンバ、7 ... 蒸着源、1 4 ... 撮像装置、2 6 ... 基板受け爪、2 7 ... クランプ、2 8 ... クランプユニット、3 1 ... 成膜室、3 2 ... 投入室、3 3 ... 搬送室、3 4 ... 搬送機構、3 5 ... 受渡室、1 0 1 ... アライメント装置、1 2 3 ... ドライポンプ、1 2 4 ... クライオポンプ。

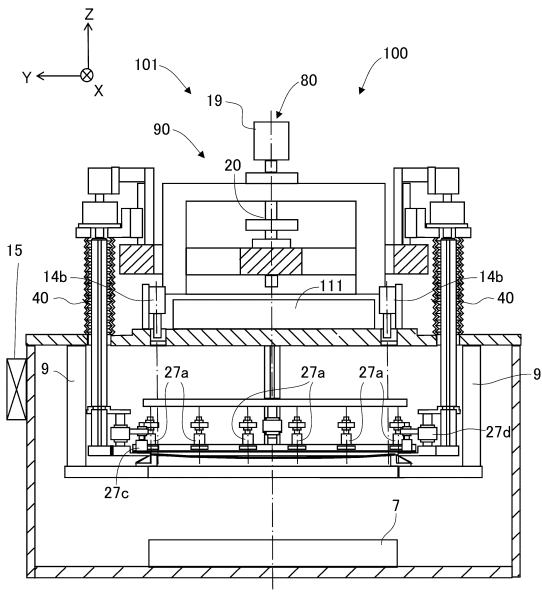
40

【図面】

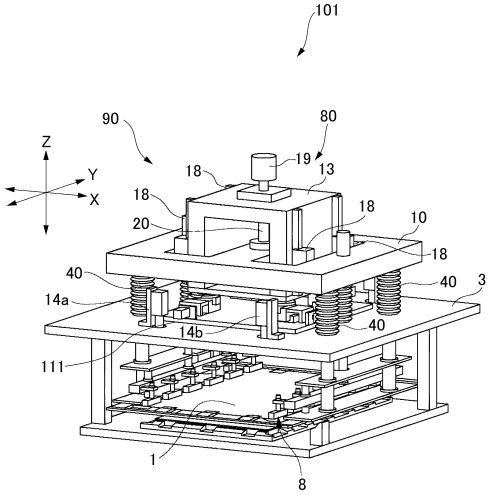
【図 1】



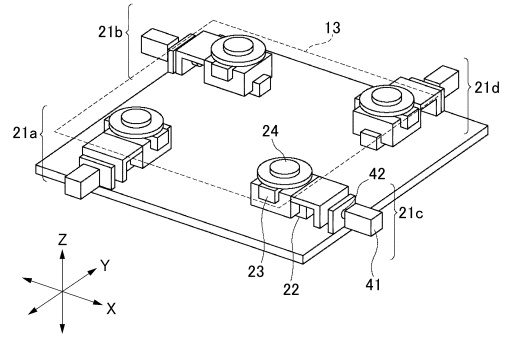
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

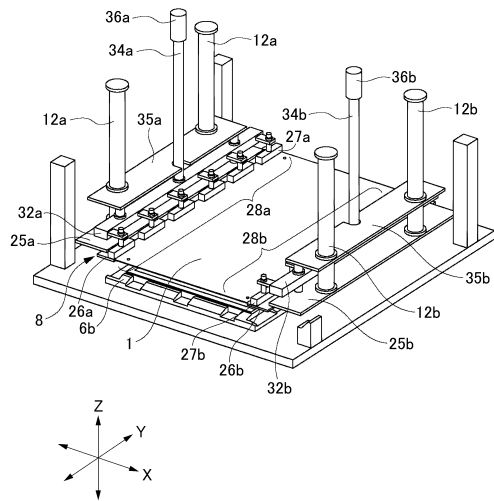
20

30

40

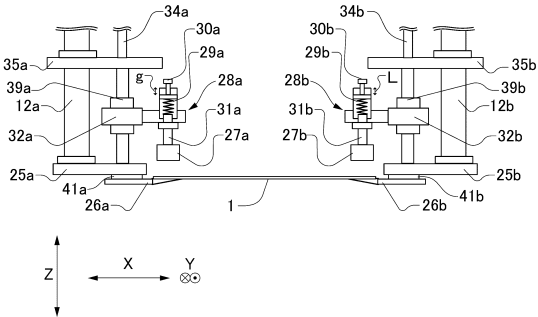
50

【 図 5 】



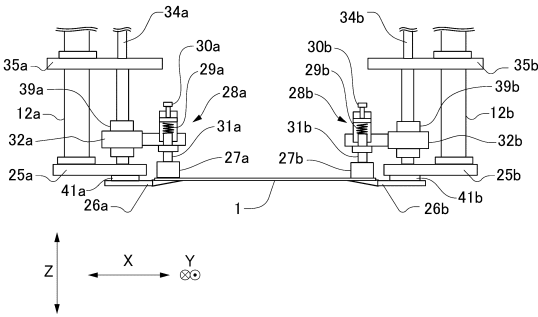
【 図 6 】

(a)



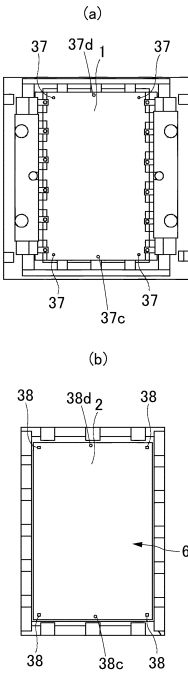
10

(b)

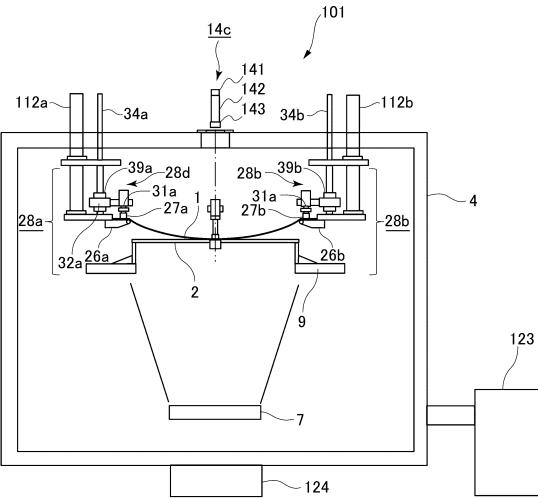


20

【 図 7 】



【 図 8 】

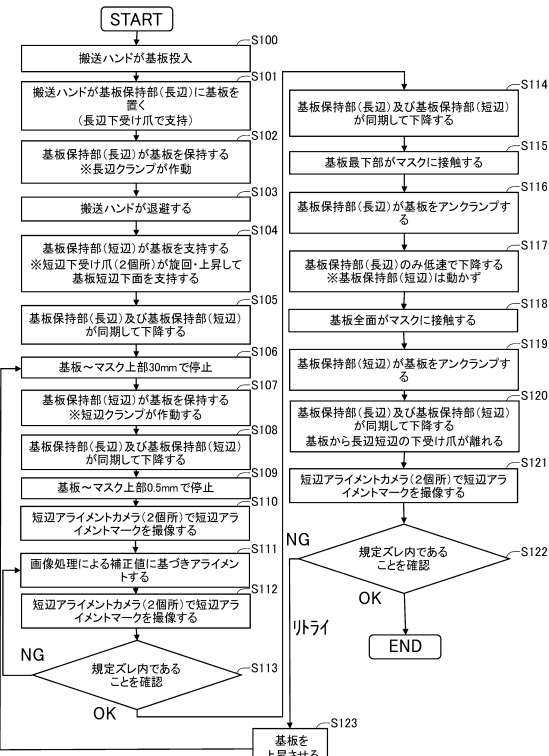


30

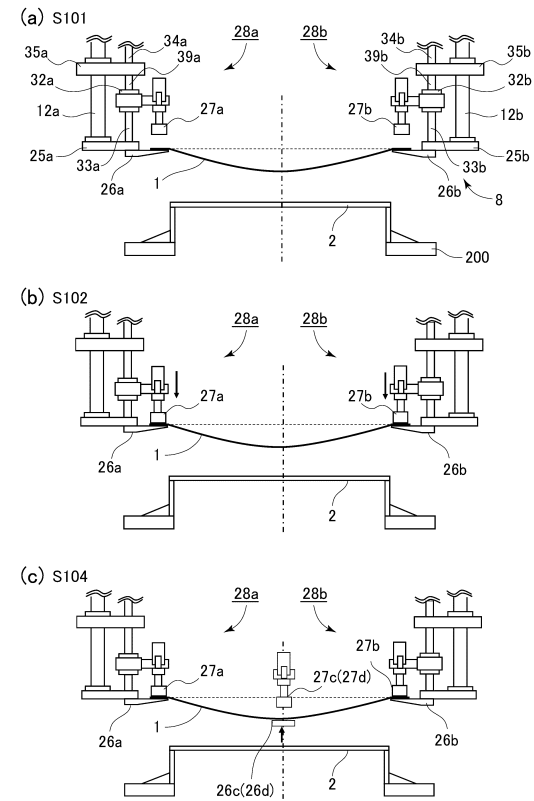
40

50

【図 9】



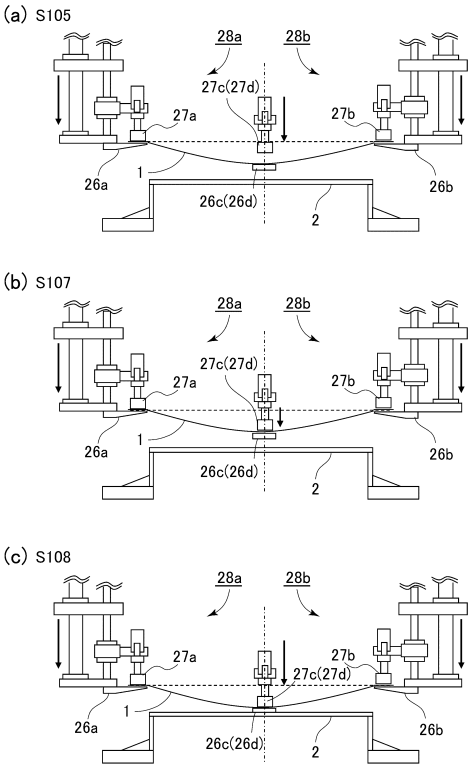
【図 10】



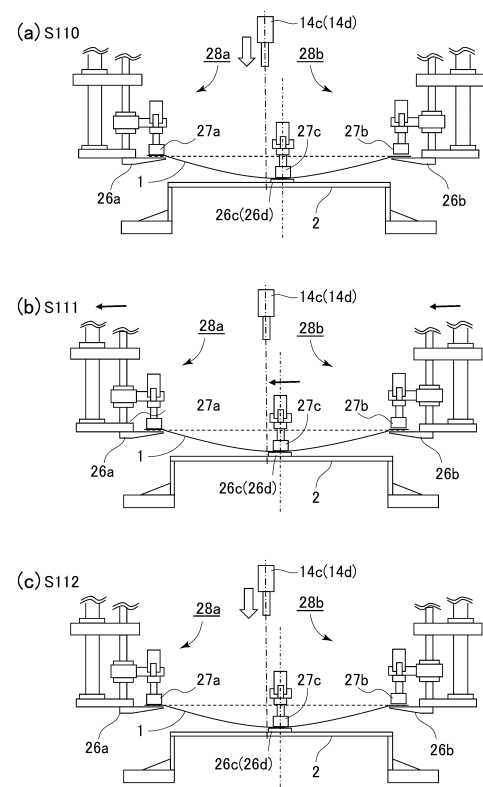
10

20

【図 11】



【図 12】

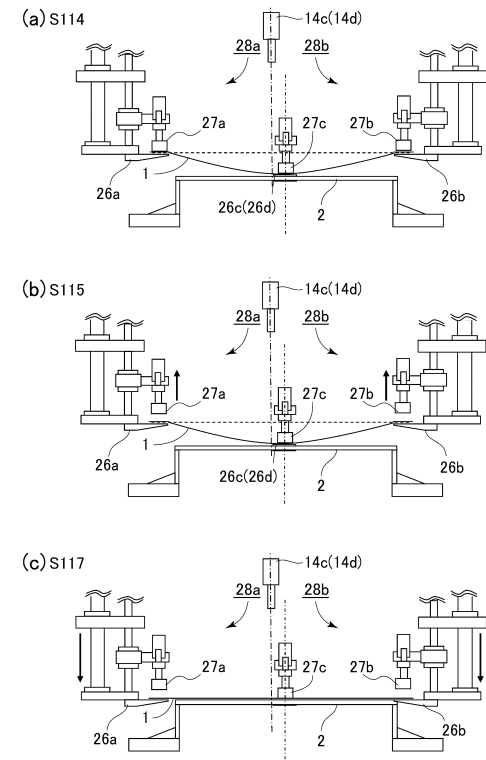


30

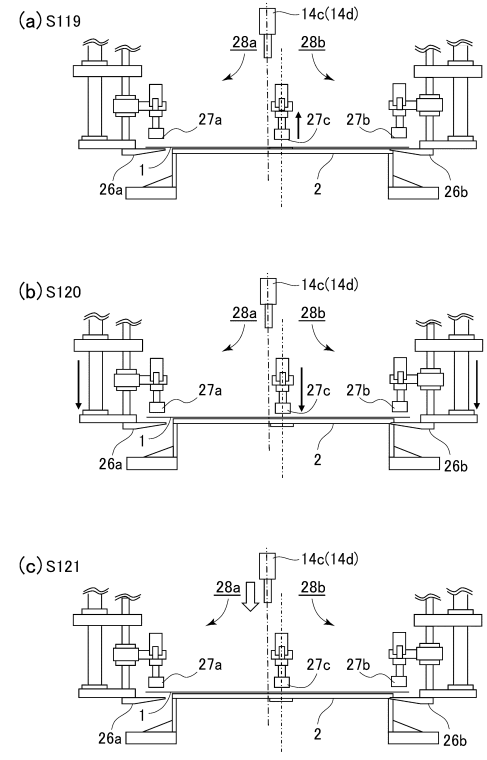
40

50

【図 1 3】



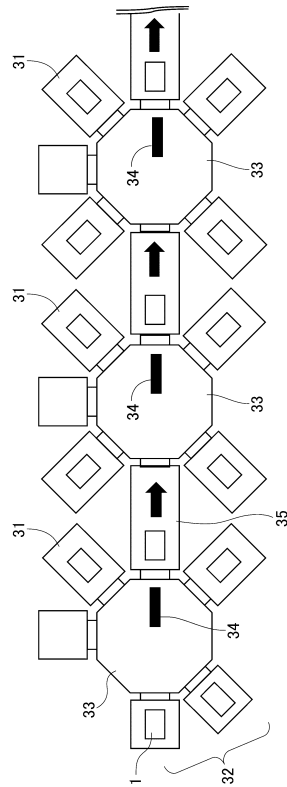
【図 1 4】



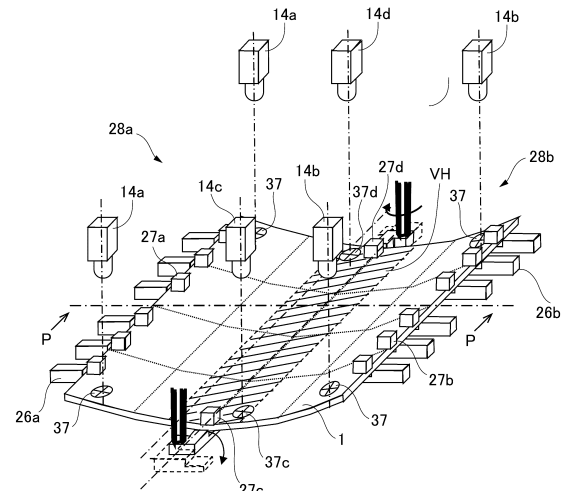
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

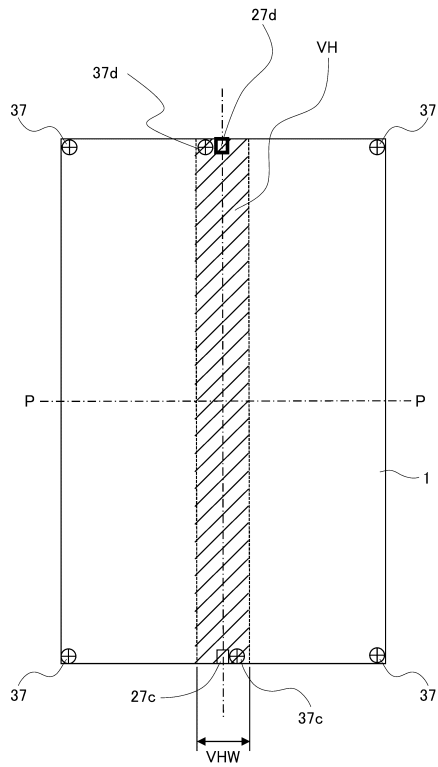


30

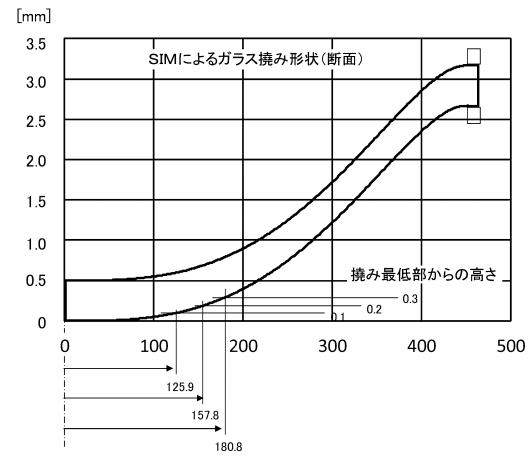
40

50

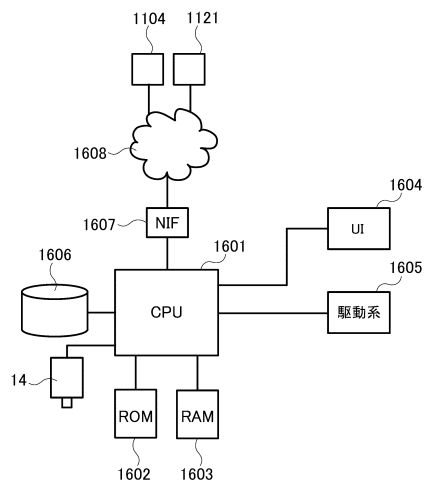
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 圖 1 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 0 2 4 2 0 8 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 1 9 7 3 6 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 2 3 C 1 4 / 5 0

H 0 1 L 2 1 / 6 8 3

H 0 1 L 2 1 / 6 8

H 1 0 K 5 0 / 0 0

H 0 5 B 3 3 / 1 0