(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5687165号
(P5687165)

(45)発行日　平成27年3月18日(2015.3.18)　(24)登録日　平成27年1月30日(2015.1.30)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	516B
G03F 7/20	(2006.01)	G03F	7/20	501
H01L 21/68	(2006.01)	H01L	21/30	509
G01B 11/00	(2006.01)	H01L	21/68	K
G01B 11/26	(2006.01)	G01B	11/00	G

請求項の数 10　(全 25 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2011-203912(P2011-203912)
(22)出願日　平成23年9月19日(2011.9.19)
(65)公開番号　特開2013-65730(P2013-65730A)
(43)公開日　平成25年4月11日(2013.4.11)
審査請求日　平成26年3月25日(2014.3.25)

(73)特許権者　501387839
株式会社日立ハイテクノロジーズ
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
(74)代理人　100114166
弁理士　高橋　浩三
(72)発明者　佐藤　隆悟
埼玉県児玉郡上里町嘉美１６００番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ埼玉事業所内
(72)発明者　樋川　博志
埼玉県児玉郡上里町嘉美１６００番地　株式会社日立ハイテクノロジーズ埼玉事業所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プロキシミティ露光装置、プロキシミティ露光装置の基板位置決め方法、及び表示用パネル基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板を支持するチャックと、マスクを保持するマスクホルダとを備え、マスクと基板との間に微小なギャップを設けて、マスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ露光装置において、
Ｘ方向（又はＹ方向）へ移動する第１のステージ、第１のステージに搭載されＹ方向（又はＸ方向）へ移動する第２のステージ、及び第２のステージに搭載されθ方向へ回転する第３のステージを有し、前記チャックを搭載して、前記チャックに支持された基板の位置決めを行う移動ステージと、
レーザー光を発生する光源、前記第１のステージに取り付けられた第１の反射手段、前記第２のステージに取り付けられた第２の反射手段、光源からのレーザー光と第１の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定する第１のレーザー干渉計、及び光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定する第２のレーザー干渉計を有するレーザー測長系と、
前記第１のレーザー干渉計及び前記第２のレーザー干渉計の測定結果から、前記移動ステージのＸＹ方向の位置を検出する第１の検出手段と、
前記第２のステージに取り付けられた前記第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出する位置ずれ検出手段と、
前記チャックに設けられ、前記第２のステージに取り付けられた前記第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定する複数の光学式変位計と、

前記位置ずれ検出手段により検出した前記第２の反射手段のθ方向の位置ずれに基づき、前記複数の光学式変位計の測定結果から、前記チャックのθ方向の傾きを検出する第２の検出手段と、
前記移動ステージを駆動するステージ駆動回路と、
前記第２の検出手段の検出結果に基づき、前記ステージ駆動回路を制御し、前記第３のステージにより前記チャックをθ方向へ回転させて、基板のθ方向の位置決めを行い、前記第１の検出手段の検出結果に基づき、前記ステージ駆動回路を制御し、前記第１のステージ及び前記第２のステージにより前記チャックをＸＹ方向へ移動させて、基板のＸＹ方向の位置決めを行う制御手段とを備えたことを特徴とするプロキシミティ露光装置。
【請求項２】
前記第２のステージに取り付けられた前記第２の反射手段は、表面に複数の位置ずれ検出用マークを有し、
前記位置ずれ検出手段は、前記第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得する複数の画像取得装置と、各画像取得装置により取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出する画像処理装置とを有し、該画像処理装置により検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、前記第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することを特徴とする請求項１に記載のプロキシミティ露光装置。
【請求項３】
前記レーザー測長系は、前記第２のレーザー干渉計を複数有し、
前記位置ずれ検出手段は、前記複数の第２のレーザー干渉計の測定結果から、前記第２のステージに取り付けられた前記第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することを特徴とする請求項１に記載のプロキシミティ露光装置。
【請求項４】
前記複数の光学式変位計は、広い波長帯域の光を参照反射面及び被測定物へ照射し、参照反射面からの反射光と被測定物からの反射光との干渉光の波長及び強度から、被測定物までの距離を測定する分光干渉レーザー変位計であることを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載のプロキシミティ露光装置。
【請求項５】
基板を支持するチャックと、マスクを保持するマスクホルダとを備え、マスクと基板との間に微小なギャップを設けて、マスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法であって、
Ｘ方向（又はＹ方向）へ移動する第１のステージ、第１のステージに搭載されＹ方向（又はＸ方向）へ移動する第２のステージ、及び第２のステージに搭載されθ方向へ回転する第３のステージを有する移動ステージにチャックを搭載し、
第１のステージに第１の反射手段を取り付け、第１のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第１の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定し、
第２のステージに第２の反射手段を取り付け、第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定し、
第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出し、
チャックに複数の光学式変位計を設け、複数の光学式変位計により、第２のステージに取り付けた第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定し、
第２の反射手段のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出し、検出結果に基づき、第３のステージによりチャックをθ方向へ回転して、基板のθ方向の位置決めを行い、
第１のレーザー干渉計及び第２のレーザー干渉計の測定結果から、移動ステージのＸＹ方向の位置を検出し、検出結果に基づき、第１のステージ及び第２のステージによりチャックをＸＹ方向へ移動して、基板のＸＹ方向の位置決めを行うことを特徴とするプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法。
【請求項６】

第２のステージに取り付けた第２の反射手段の表面に、複数の位置ずれ検出用マークを設け、
第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することを特徴とする請求項５に記載のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法。
【請求項７】
複数の第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、
複数の第２のレーザー干渉計の測定結果から、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することを特徴とする請求項５に記載のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法。
【請求項８】
光学式変位計として、広い波長帯域の光を参照反射面及び被測定物へ照射し、参照反射面からの反射光と被測定物からの反射光との干渉光の波長及び強度から、被測定物までの距離を測定する分光干渉レーザー変位計を用いることを特徴とする請求項５乃至請求項７のいずれか一項に記載のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法。
【請求項９】
請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載のプロキシミティ露光装置を用いて基板の露光を行うことを特徴とする表示用パネル基板の製造方法。
【請求項１０】
請求項５乃至請求項８のいずれか一項に記載のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を用いて基板を位置決めして、基板の露光を行うことを特徴とする表示用パネル基板の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、液晶ディスプレイ装置等の表示用パネル基板の製造において、プロキシミティ方式を用いて基板の露光を行うプロキシミティ露光装置、プロキシミティ露光装置の基板位置決め方法、及びそれらを用いた表示用パネル基板の製造方法に係り、特に基板を支持するチャックを移動ステージによりＸＹ方向へ移動及びθ方向へ回転して露光時の基板の位置決めを行うプロキシミティ露光装置、プロキシミティ露光装置の基板位置決め方法、及びそれらを用いた表示用パネル基板の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
表示用パネルとして用いられる液晶ディスプレイ装置のＴＦＴ（Ｔｈｉｎ　Ｆｉｌｍ　Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）基板やカラーフィルタ基板、プラズマディスプレイパネル用基板、有機ＥＬ（Ｅｌｅｃｔｒｏｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｃｅ）表示パネル用基板等の製造は、露光装置を用いて、フォトリソグラフィー技術により基板上にパターンを形成して行われる。露光装置としては、レンズ又は鏡を用いてマスクのパターンを基板上に投影するプロジェクション方式と、マスクと基板との間に微小な間隙（プロキシミティギャップ）を設けてマスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ方式とがある。プロキシミティ方式は、プロジェクション方式に比べてパターン解像性能は劣るが、照射光学系の構成が簡単で、かつ処理能力が高く量産用に適している。
【０００３】
近年、表示用パネルの各種基板の製造では、大型化及びサイズの多様化に対応するため、比較的大きな基板を用意し、表示用パネルのサイズに応じて、１枚の基板から１枚又は複数枚の表示用パネル基板を製造している。その場合、プロキシミティ方式では、基板の一面を一括して露光しようとすると、基板と同じ大きさのマスクが必要となり、高価なマスクのコストがさらに増大する。そこで、基板より比較的小さなマスクを用い、移動ステ

ージにより基板をＸＹ方向へステップ移動して、基板の一面を複数のショットに分けて露光する方式が主流となっている。

【０００４】

プロキシミティ露光装置において、パターンの焼付けを精度良く行うためには、露光時の基板の位置決めを精度良く行わなければならない。基板の位置決めを行う移動ステージは、Ｘ方向へ移動するＸステージと、Ｙ方向へ移動するＹステージと、θ方向へ回転するθステージとを備え、基板を支持するチャックを搭載して、ＸＹ方向へ移動及びθ方向へ回転する。特許文献１及び特許文献２には、基板を位置決めする際に、レーザー測長系を用いて移動ステージのＸＹ方向の位置を検出し、また複数のレーザー変位計を用いてチャックのθ方向の傾きを検出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００８－２９８９０６号公報

【特許文献２】特開２００９－３１６３９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、チャックにバーミラーを取り付け、Ｘステージに設けた複数のレーザー変位計により、バーミラーの変位を複数箇所で測定して、チャックのθ方向の傾きを検出している。そのため、専用のバーミラーが必要であるが、このバーミラーは、表面を高い精度で平坦に加工する必要があるため、非常に高価であって、多大な費用が掛かる。

【０００７】

また、特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、Ｘステージにレーザー変位計を設けているため、チャックをＹステージによりＹ方向へ移動すると、バーミラーの位置がレーザー変位計に対して変化する。そのため、測定結果には、バーミラーの平坦度による誤差が含まれる恐れがあった。

【０００８】

これに対し、Ｙステージに複数のレーザー変位計を設けて、複数のレーザー変位計をチャックと共にＸＹ方向へ移動すると、各レーザー変位計で測定するチャックの変位は、チャックの移動により変動しない。しかしながら、その場合も、Ｙステージを移動するとき、Ｙステージを搭載したガイドで摺動抵抗により多量の熱が発生し、その熱がＹステージに伝わってＹステージに熱変形による歪みが生じ、Ｙステージに設けた各レーザー変位計の設置状態が変化して、チャックの変位の測定結果に誤差が生じる恐れがあった。一方、Ｙステージに複数のレーザー変位計を設ける代わりに、チャックに複数のレーザー変位計を設け、Ｙステージにバーミラーを取り付けると、Ｙステージに熱変形による歪みが生じたとき、バーミラーの設置状態が変化して、バーミラーにθ方向の位置ずれが生じ、そのままでは、チャックのθ方向の傾きを正確に検出できない恐れがあった。

【０００９】

特許文献１及び特許文献２に記載されている様に、複数のレーザー変位計を用いてチャックのθ方向の傾きを検出する場合、複数のレーザー変位計をより離して設置する程、チャックのθ方向の傾きを精度良く検出することができる。しかしながら、レーザー変位計の出力特性は直線性が乏しく、測定範囲を広げると、測定誤差が大きくなる。特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、チャックがθ方向に傾いた状態で、チャックをＹステージによりＹ方向へ移動すると、各レーザー変位計からバーミラーまでの距離が変動するため、複数のレーザー変位計をより離して設置すると、レーザー変位計の測定範囲が広がり、測定誤差が大きくなる恐れがあった。

【００１０】

さらに、レーザー変位計の出力特性は、設置状態により変動し、被測定物の微小な角度

変化に対して線形性が異なる。そのため、特許文献１及び特許文献２に記載されている様に、複数のレーザー変位計を用いてチャックのθ方向の傾きを検出する場合、各レーザー変位計の測定値にチャックの角度に依存した変動値が含まれ、チャックのθ方向の傾きを高精度に検出することができない恐れがあった。

【００１１】

本発明の課題は、安価な構成で、チャックのθ方向の傾きを精度良く検出して、基板のθ方向の位置決めを精度良く行うことである。また、本発明の課題は、パターンの焼付けを精度良く行って、高品質な表示用パネル基板を製造することである。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明のプロキシミティ露光装置は、基板を支持するチャックと、マスクを保持するマスクホルダとを備え、マスクと基板との間に微小なギャップを設けて、マスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ露光装置において、Ｘ方向（又はＹ方向）へ移動する第１のステージ、第１のステージに搭載されＹ方向（又はＸ方向）へ移動する第２のステージ、及び第２のステージに搭載されθ方向へ回転する第３のステージを有し、チャックを搭載して、チャックに支持された基板の位置決めを行う移動ステージと、レーザー光を発生する光源、第１のステージに取り付けられた第１の反射手段、第２のステージに取り付けられた第２の反射手段、光源からのレーザー光と第１の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定する第１のレーザー干渉計、及び光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定する第２のレーザー干渉計を有するレーザー測長系と、第１のレーザー干渉計及び第２のレーザー干渉計の測定結果から、移動ステージのＸＹ方向の位置を検出する第１の検出手段と、第２のステージに取り付けられた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出する位置ずれ検出手段と、チャックに設けられ、第２のステージに取り付けられた第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定する複数の光学式変位計と、位置ずれ検出手段により検出した第２の反射手段のθ方向の位置ずれに基づき、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出する第２の検出手段と、移動ステージを駆動するステージ駆動回路と、第２の検出手段の検出結果に基づき、ステージ駆動回路を制御し、第３のステージによりチャックをθ方向へ回転させて、基板のθ方向の位置決めを行い、第１の検出手段の検出結果に基づき、ステージ駆動回路を制御し、第１のステージ及び第２のステージによりチャックをＸＹ方向へ移動させて、基板のＸＹ方向の位置決めを行う制御手段とを備えたものである。

【００１３】

また、本発明のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法は、基板を支持するチャックと、マスクを保持するマスクホルダとを備え、マスクと基板との間に微小なギャップを設けて、マスクのパターンを基板へ転写するプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法であって、Ｘ方向（又はＹ方向）へ移動する第１のステージ、第１のステージに搭載されＹ方向（又はＸ方向）へ移動する第２のステージ、及び第２のステージに搭載されθ方向へ回転する第３のステージを有する移動ステージにチャックを搭載し、第１のステージに第１の反射手段を取り付け、第１のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第１の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定し、第２のステージに第２の反射手段を取り付け、第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定し、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出し、チャックに複数の光学式変位計を設け、複数の光学式変位計により、第２のステージに取り付けた第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定し、第２の反射手段のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出し、検出結果に基づき、第３のステージによりチャックをθ方向へ回転して、基板のθ方向の位置決めを行い、第１のレーザー干渉計及び第２のレーザー干渉計の測定結果から、移動ステージのＸＹ方向の位置を検出し、検出結果に基づき、第１のステージ及び第２のステージによりチャックをＸＹ方向へ移動して、基板のＸＹ方向の位置決めを行うものである。

【００１４】
チャックに複数の光学式変位計を設け、複数の光学式変位計により、第２のステージに取り付けた第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定し、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出するので、第２のステージに取り付けた第２の反射手段が、第２のレーザー干渉計を用いた移動ステージの位置の検出と、複数の光学式変位計を用いたチャックのθ方向の傾きの検出とに兼用され、チャックのθ方向の傾きを検出するための専用の反射手段（バーミラー）が必要なくなる。そして、チャックを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、光学式変位計が常に第２の反射手段の同じ箇所に対して測定を行うため、第２の反射手段の平坦度による測定誤差がなくなる。さらに、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出し、第２の反射手段のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出するので、第２のステージに熱変形による歪みが生じたとき、第２の反射手段の設置状態が変化して、第２の反射手段にθ方向の位置ずれが生じても、チャックのθ方向の傾きが正確に検出される。また、チャックがθ方向に傾いた状態で、チャックを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、光学式変位計から第２の反射手段までの距離が変動せず、測定範囲が広がらないので、複数の光学式変位計をより離して設置することができる。従って、安価な構成で、チャックのθ方向の傾きが精度良く検出され、基板のθ方向の位置決めが精度良く行われる。

【００１５】
さらに、本発明のプロキシミティ露光装置は、第２のステージに取り付けられた第２の反射手段が、表面に複数の位置ずれ検出用マークを有し、位置ずれ検出手段が、第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得する複数の画像取得装置と、各画像取得装置により取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出する画像処理装置とを有し、画像処理装置により検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出するものである。

【００１６】
また、本発明のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法は、第２のステージに取り付けた第２の反射手段の表面に、複数の位置ずれ検出用マークを設け、第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出するものである。

【００１７】
第２のステージに取り付けた第２の反射手段の表面に、複数の位置ずれ検出用マークを設け、第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出するので、各位置ずれ検出用マークの画像処理によって、第２の反射手段のθ方向の位置ずれが精度良く検出される。

【００１８】
あるいは、本発明のプロキシミティ露光装置は、レーザー測長系が、第２のレーザー干渉計を複数有し、位置ずれ検出手段が、複数の第２のレーザー干渉計の測定結果から、第２のステージに取り付けられた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出するものである。また、本発明のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法は、複数の第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、複数の第２のレーザー干渉計の測定結果から、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出するものである。移動ステージのＹ方向（又はＸ方向）の位置を検出するための第２のレーザー干渉計を利用して、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することができる。

【００１９】
さらに、本発明のプロキシミティ露光装置は、複数の光学式変位計が、広い波長帯域の

光を参照反射面及び被測定物へ照射し、参照反射面からの反射光と被測定物からの反射光との干渉光の波長及び強度から、被測定物までの距離を測定する分光干渉レーザー変位計であるものである。また、本発明のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法は、光学式変位計として、広い波長帯域の光を参照反射面及び被測定物へ照射し、参照反射面からの反射光と被測定物からの反射光との干渉光の波長及び強度から、被測定物までの距離を測定する分光干渉レーザー変位計を用いるものである。

【００２０】

分光干渉レーザー変位計は、特許文献１及び特許文献２に記載の技術で使用されているレーザー変位計に比べて、被測定物の微小な角度変化による出力特性の変化が小さく高精度であるが、測定範囲が狭い。本発明では、特許文献１及び特許文献２に記載の技術と異なり、チャックがθ方向に傾いた状態で、チャックを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、光学式変位計から第２の反射手段までの距離が変動しないので、光学式変位計として、測定範囲が狭く高精度な分光干渉レーザー変位計を用いることができ、チャックのθ方向の傾きをより精度良く検出することができる。

【００２１】

本発明の表示用パネル基板の製造方法は、上記のいずれかのプロキシミティ露光装置を用いて基板の露光を行い、あるいは、上記のいずれかのプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を用いて基板を位置決めして、基板の露光を行うものである。露光時の基板のθ方向の位置決めが精度良く行われるので、パターンの焼付けが精度良く行われ、高品質な表示用パネル基板が製造される。

【発明の効果】

【００２２】

本発明のプロキシミティ露光装置及びプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法によれば、第２のステージに第２の反射手段を取り付け、第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を測定し、測定結果から、移動ステージのＹ方向（又はＸ方向）の位置を検出し、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出し、チャックに複数の光学式変位計を設け、複数の光学式変位計により、第２のステージに取り付けた第２の反射手段までの距離を複数箇所で測定し、第２の反射手段のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の光学式変位計の測定結果から、チャックのθ方向の傾きを検出することにより、安価な構成で、チャックのθ方向の傾きを精度良く検出して、基板のθ方向の位置決めを精度良く行うことができる。

【００２３】

さらに、本発明のプロキシミティ露光装置及びプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法によれば、第２のステージに取り付けた第２の反射手段の表面に、複数の位置ずれ検出用マークを設け、第２の反射手段の複数の位置ずれ検出用マークの画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マークの画像を処理して、各位置ずれ検出用マークの位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マークの位置から、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することにより、各位置ずれ検出用マークの画像処理によって、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを精度良く検出することができる。

【００２４】

あるいは、本発明のプロキシミティ露光装置及びプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法によれば、複数の第２のレーザー干渉計により、光源からのレーザー光と第２の反射手段により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、複数の第２のレーザー干渉計の測定結果から、第２のステージに取り付けた第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することにより、移動ステージのＹ方向（又はＸ方向）の位置を検出するための第２のレーザー干渉計を利用して、第２の反射手段のθ方向の位置ずれを検出することができる。

【００２５】

さらに、本発明のプロキシミティ露光装置及びプロキシミティ露光装置の基板位置決め

方法によれば、光学式変位計として、分光干渉レーザー変位計を用いることにより、チャックのθ方向の傾きをより精度良く検出することができる。

【００２６】

本発明の表示用パネル基板の製造方法によれば、露光時の基板のθ方向の位置決めを精度良く行うことができるので、パターンの焼付けを精度良く行って、高品質な表示用パネル基板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本発明の一実施の形態によるプロキシミティ露光装置の概略構成を示す図である。

【図２】チャック１０ａが露光位置にあり、チャック１０ｂがロード／アンロード位置にある状態を示す上面図である。

【図３】チャック１０ａが露光位置にあり、チャック１０ｂがロード／アンロード位置にある状態を示す一部断面側面図である。

【図４】チャック１０ｂが露光位置にあり、チャック１０ａがロード／アンロード位置にある状態を示す上面図である。

【図５】チャック１０ｂが露光位置にあり、チャック１０ａがロード／アンロード位置にある状態を示す一部断面側面図である。

【図６】主ステージベース上にある移動ステージの上面図である。

【図７】主ステージベース上にある移動ステージのＸ方向の一部断面側面図である。

【図８】主ステージベース上にある移動ステージのＹ方向の側面図である。

【図９】レーザー測長系の動作を説明する図である。

【図１０】レーザー測長系の動作を説明する図である。

【図１１】図１１（ａ）は分光干渉レーザー変位計の上面図、図１１（ｂ）は分光干渉レーザー変位計の側面図である。

【図１２】本発明の一実施の形態によるプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を示すフローチャートである。

【図１３】移動ステージをバーミラーの位置ずれを検出する位置へ移動した状態を示す上面図である。

【図１４】図１４（ａ）はバーミラーの位置ずれ管理を行わない場合の各ショットの露光領域の一例を示す図、図１４（ｂ）は本発明によりバーミラーの位置ずれ管理を行った場合の各ショットの露光領域の一例を示す図である。

【図１５】従来のレーザー変位計の動作を説明する図である。

【図１６】従来のレーザー変位計の動作を説明する図である。

【図１７】従来のレーザー変位計の動作を説明する図である。

【図１８】分光干渉レーザー変位計の動作を説明する図である。

【図１９】分光干渉レーザー変位計の動作を説明する図である。

【図２０】液晶ディスプレイ装置のＴＦＴ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【図２１】液晶ディスプレイ装置のカラーフィルタ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００２８】

図１は、本発明の一実施の形態によるプロキシミティ露光装置の概略構成を示す図である。本実施の形態は、複数のチャックを有するプロキシミティ露光装置の例を示している。プロキシミティ露光装置は、複数のチャック１０ａ，１０ｂ、主ステージベース１１、複数の副ステージベース１１ａ，１１ｂ、台１２、Ｘガイド１３、複数の移動ステージ、マスクホルダ２０、レーザー測長系制御装置３０、レーザー測長系、レーザー変位計制御装置４０、分光干渉レーザー変位計４１、画像処理装置６０、複数のカメラ６１、主制御装置７０、入出力インタフェース回路７１，７２、及びステージ駆動回路８０ａ，８０ｂ

を含んで構成されている。プロキシミティ露光装置は、これらの他に、基板１をチャック１０へ搬入し、また基板１をチャック１０から搬出する基板搬送ロボット、露光光を照射する照射光学系、装置内の温度管理を行う温度制御ユニット等を備えている。

【００２９】

なお、本実施の形態では、チャック、副ステージベース、移動ステージ、及びステージ駆動回路がそれぞれ２つ設けられているが、これらをそれぞれ１つ又は３つ以上設けてもよい。また、以下に説明する実施の形態におけるＸＹ方向は例示であって、Ｘ方向とＹ方向とを入れ替えてもよい。

【００３０】

図１において、基板１の露光を行う露光位置の上空に、マスク２を保持するマスクホルダ２０が設置されている。マスクホルダ２０には、露光光が通過する開口２０ａが設けられており、開口２０ａの下方には、マスク２が装着されている。マスクホルダ２０の下面の開口２０ａの周囲には、吸着溝が設けられており、マスクホルダ２０は、吸着溝により、マスク２の周辺部を真空吸着して保持している。マスクホルダ２０に保持されたマスク２の上空には、図示しない照射光学系が配置されている。基板１の表面には、感光樹脂材料（フォトレジスト）が塗布されており、露光時、照射光学系からの露光光がマスク２を透過して基板１へ照射されることにより、マスク２のパターンが基板１の表面に転写され、基板１上にパターンが形成される。

【００３１】

マスクホルダ２０の下方には、主ステージベース１１が配置されている。主ステージベース１１の左右には、主ステージベース１１のＸ方向に隣接して副ステージベース１１ａ，１１ｂが配置されている。主ステージベース１１のＹ方向には、台１２が取り付けられている。チャック１０ａは、後述する移動ステージによって、副ステージベース１１ａ上のロード／アンロード位置と主ステージベース１１上の露光位置との間を移動される。また、チャック１０ｂは、後述する移動ステージによって、副ステージベース１１ｂ上のロード／アンロード位置と主ステージベース１１上の露光位置との間を移動される。

【００３２】

基板１は、副ステージベース１１ａ，１１ｂ上のロード／アンロード位置において、図示しない基板搬送ロボットにより、チャック１０ａ，１０ｂへ搬入され、またチャック１０ａ，１０ｂから搬出される。チャック１０ａ，１０ｂへの基板１のロード及びチャック１０ａ，１０ｂからの基板１のアンロードは、チャック１０ａ，１０ｂに設けた複数の突き上げピンを用いて行われる。突き上げピンは、チャック１０ａ，１０ｂの内部に収納されており、チャック１０ａ，１０ｂの内部から上昇して、基板１をチャック１０ａ，１０ｂにロードする際、基板搬送ロボットから基板１を受け取り、基板１をチャック１０ａ，１０ｂからアンロードする際、基板搬送ロボットへ基板１を受け渡す。チャック１０ａ，１０ｂは、基板１を真空吸着して支持する。

【００３３】

図２は、チャック１０ａが露光位置にあり、チャック１０ｂがロード／アンロード位置にある状態を示す上面図である。また、図３は、チャック１０ａが露光位置にあり、チャック１０ｂがロード／アンロード位置にある状態を示す一部断面側面図である。図２において、主ステージベース１１上及び副ステージベース１１ａ，１１ｂ上には、主ステージベース１１上から副ステージベース１１ａ，１１ｂ上へＸ方向に伸びるＸガイド１３が設けられている。

【００３４】

図３において、チャック１０ａ，１０ｂは、それぞれ移動ステージに搭載されている。各移動ステージは、Ｘステージ１４、Ｙガイド１５、Ｙステージ１６、θステージ１７、及びチャック支持台１９を含んで構成されている。Ｘステージ１４は、Ｘガイド１３に搭載され、Ｘガイド１３に沿ってＸ方向へ移動する。Ｙステージ１６は、Ｘステージ１４上に設けられたＹガイド１５に搭載され、Ｙガイド１５に沿ってＹ方向（図３の図面奥行き方向）へ移動する。θステージ１７は、Ｙステージ１６に搭載され、θ方向へ回転する。

チャック支持台１９は、θステージ１７に搭載され、チャック１０ａ，１０ｂを複数箇所で支持する。

【００３５】

各移動ステージのＸステージ１４のＸ方向への移動により、チャック１０ａは、副ステージベース１１ａ上のロード／アンロード位置と主ステージベース１１上の露光位置との間を移動され、チャック１０ｂは、副ステージベース１１ｂ上のロード／アンロード位置と主ステージベース１１上の露光位置との間を移動される。図４は、チャック１０ｂが露光位置にあり、チャック１０ａがロード／アンロード位置にある状態を示す上面図である。また、図５は、チャック１０ｂが露光位置にあり、チャック１０ａがロード／アンロード位置にある状態を示す一部断面側面図である。副ステージベース１１ａ，１１ｂ上のロード／アンロード位置において、各移動ステージのＸステージ１４のＸ方向への移動、Ｙステージ１６のＹ方向への移動、及びθステージ１７のθ方向への回転により、チャック１０ａ，１０ｂに搭載された基板１のプリアライメントが行われる。

【００３６】

主ステージベース１１上の露光位置において、各移動ステージのＸステージ１４のＸ方向への移動及びＹステージ１６のＹ方向への移動により、チャック１０ａ，１０ｂに保持された基板１のＸＹ方向へのステップ移動が行われる。また、図示しないＺ－チルト機構によりマスクホルダ２０をＺ方向（図３及び図５の図面上下方向）へ移動及びチルトすることにより、マスク２と基板１とのギャップ合わせが行われる。そして、各移動ステージのＸステージ１４のＸ方向への移動、Ｙステージ１６のＹ方向への移動、及びθステージ１７のθ方向への回転により、露光時の基板１の位置決めが行われる。

【００３７】

各移動ステージのＸステージ１４、Ｙステージ１６、及びθステージ１７には、ボールねじ及びモータや、リニアモータ等の図示しない駆動機構が設けられている。図１において、ステージ駆動回路８０ａは、主制御装置７０の制御により、チャック１０ａを搭載する移動ステージのＸステージ１４、Ｙステージ１６、及びθステージ１７を駆動する。また、ステージ駆動回路８０ｂは、主制御装置７０の制御により、チャック１０ｂを搭載する移動ステージのＸステージ１４、Ｙステージ１６、及びθステージ１７を駆動する。

【００３８】

なお、本実施の形態では、マスクホルダ２０をＺ方向へ移動及びチルトすることにより、マスク２と基板１とのギャップ合わせを行っているが、各移動ステージにＺ－チルト機構を設けて、チャック１０ａ，１０ｂをＺ方向へ移動及びチルトすることにより、マスク２と基板１とのギャップ合わせを行ってもよい。

【００３９】

以下、本実施の形態のプロキシミティ露光装置の基板の位置決め動作について説明する。図１において、レーザー測長系は、レーザー光源３１、レーザー干渉計３２ａ，３２ｂ，３３、後述するバーミラー３４ａ，３４ｂ、及びバーミラー３５を含んで構成されている。本実施の形態では、レーザー干渉計３２ａを用いて、チャック１０ａを搭載する移動ステージのＸ方向の位置を検出し、レーザー干渉計３２ｂを用いて、チャック１０ｂを搭載する移動ステージのＸ方向の位置を検出する。また、２つのレーザー干渉計３３を用いて、主ステージベース１１上での各移動ステージのＹ方向の位置を検出する。

【００４０】

図６は、主ステージベース上にある移動ステージの上面図である。図７は、主ステージベース上にある移動ステージのＸ方向の一部断面側面図である。図８は、主ステージベース上にある移動ステージのＹ方向の側面図である。図６～図８は、チャック１０ａを搭載する移動ステージを示しており、チャック１０ｂを搭載する移動ステージは、チャック１０ａを搭載する移動ステージとＸ方向において左右対称な構成となっている。なお、図７ではＸガイド１３が省略され、図８ではレーザー干渉計３２ａ，３２ｂが省略されている。

【００４１】

図８において、移動ステージのＸステージ１４がＸガイド１３に搭載されているので、主ステージベース１１及び副ステージベース１１ａ，１１ｂとＸステージ１４との間に、Ｘガイド１３の高さに応じた空間が発生している。レーザー測長系のバーミラー３４ａは、この空間を利用して、Ｘステージ１４の下に取り付けられている。バーミラー３４ｂも同様である。レーザー干渉計３２ａは、図１に示す様に、主ステージベース１１のＸガイド１３から外れた位置に設置されている。レーザー干渉計３２ｂも同様である。

【００４２】

図６～図８において、バーミラー３５は、アーム３６により、ほぼチャック１０ａの高さでＹステージ１６に取り付けられている。チャック１０ｂを搭載する移動ステージについても、同様に、バーミラー３５は、ほぼチャック１０ｂの高さでＹステージ１６に取り付けられている。２つのレーザー干渉計３３は、図６及び図８に示す様に、主ステージベース１１のＹ方向に取り付けられた台１２に設置されている。

【００４３】

図９及び図１０は、レーザー測長系の動作を説明する図である。なお、図９は、チャック１０ａが露光位置にあり、チャック１０ｂがロード／アンロード位置にある状態を示し、図１０は、チャック１０ｂが露光位置にあり、チャック１０ａがロード／アンロード位置にある状態を示している。

【００４４】

図９及び図１０において、レーザー干渉計３２ａは、レーザー光源３１からのレーザー光をバーミラー３４ａへ照射し、バーミラー３４ａにより反射されたレーザー光を受光して、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３４ａにより反射されたレーザー光との干渉を測定する。図１において、レーザー測長系制御装置３０は、主制御装置７０の制御により、レーザー干渉計３２ａの測定結果から、チャック１０ａを搭載する移動ステージのＸ方向の位置を検出する。主制御装置７０は、レーザー測長系制御装置３０の検出結果を、入出力インタフェース回路７１を介して入力する。

【００４５】

図９及び図１０において、レーザー干渉計３２ｂは、レーザー光源３１からのレーザー光をバーミラー３４ｂへ照射し、バーミラー３４ｂにより反射されたレーザー光を受光して、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３４ｂにより反射されたレーザー光との干渉を測定する。図１において、レーザー測長系制御装置３０は、主制御装置７０の制御により、レーザー干渉計３２ｂの測定結果から、チャック１０ｂを搭載する移動ステージのＸ方向の位置を検出する。主制御装置７０は、レーザー測長系制御装置３０の検出結果を、入出力インタフェース回路７１を介して入力する。

【００４６】

レーザー測長系のバーミラー３４ａ，３４ｂを各移動ステージのＸステージ１４の下に取り付け、レーザー干渉計３２ａ，３２ｂを主ステージベース１１のＸガイド１３から外れた位置に設置するので、各移動ステージは副ステージベース１１ａ，１１ｂと主ステージベース１１とを移動する際にレーザー干渉計３２ａ，３２ｂと衝突することがない。そして、レーザー干渉計３２ａ，３２ｂを主ステージベース１１に設置するので、レーザー干渉計３２ａ，３２ｂが副ステージベース１１ａ，１１ｂの振動の影響を受けない。また、レーザー干渉計３２ａ，３２ｂから主ステージベース１１上の各移動ステージまでの測定距離が短くなる。従って、各移動ステージのＸ方向の位置が精度良く検出される。

【００４７】

図９及び図１０において、２つのレーザー干渉計３３は、レーザー光源３１からのレーザー光をバーミラー３５へ照射し、バーミラー３５により反射されたレーザー光を受光して、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３５により反射されたレーザー光との干渉を二箇所で測定する。図１において、レーザー測長系制御装置３０は、主制御装置７０の制御により、２つのレーザー干渉計３３の測定結果から、主ステージベース１１上での各移動ステージのＹ方向の位置を検出し、また主ステージベース１１上で各移動ステージのＸステージ１４及びＹステージ１６がＸＹ方向へ移動する際のヨーイングを検出す

る。

【００４８】

各レーザー干渉計３３を主ステージベース１１のＹ方向に取り付けられた台１２に設置するので、各レーザー干渉計３３が副ステージベース１１ａ，１１ｂの振動の影響を受けない。また、各レーザー干渉計３３から主ステージベース１１上の各移動ステージまでの測定距離が短くなる。従って、各レーザー干渉計３３を用いて、主ステージベース１１上での各移動ステージのＹ方向の位置が精度良く検出される。また、レーザー測長系の各バーミラー３５を、ほぼ各移動ステージが搭載するチャック１０ａ，１０ｂの高さに取り付けるので、各移動ステージのＹ方向の位置が基板１の近傍で検出される。そして、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５を利用して、移動ステージが移動する際のヨーイングを検出することができる。

【００４９】

図１において、チャック１０ａ，１０ｂには、２つの分光干渉レーザー変位計４１がそれぞれ設けられている。図１１（ａ）は分光干渉レーザー変位計の上面図、図１１（ｂ）は分光干渉レーザー変位計の側面図である。図１１（ａ），（ｂ）に示す様に、各分光干渉レーザー変位計４１は、取り付け具５０により、バーミラー３５の裏面に向き合わせて、チャック１０ａ，１０ｂの下面に取り付けられている。本実施の形態で用いる分光干渉レーザー変位計４１は、干渉光を利用した光学式変位計であって、先端のヘッド部に参照反射面を有し、広い波長帯域の光を参照反射面及び被測定物へ照射して、参照反射面からの反射光と被測定物からの反射光との干渉光の波長及び強度から、被測定物までの距離を測定するものである。

【００５０】

図１１（ａ），（ｂ）において、２つの分光干渉レーザー変位計４１は、バーミラー３５の裏面までの距離を二箇所で測定する。図１において、レーザー変位計制御装置４０は、主制御装置７０の制御により、後述するバーミラー３５のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、２つの分光干渉レーザー変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出する。主制御装置７０は、レーザー変位計制御装置４０の検出結果を、入出力インタフェース回路７２を介して入力する。

【００５１】

図６において、チャック１０ａを搭載する移動ステージのＹステージ１６に取り付けられたバーミラー３５の上面には、複数の位置ずれ検出用マーク３７が設けられている。チャック１０ｂを搭載する移動ステージのＹステージ１６に取り付けられたバーミラー３５も同様である。本実施の形態では、Ｘ方向に伸びるバーミラー３５の両脇付近に、位置ずれ検出用マーク３７がそれぞれ設けられている。位置ずれ検出用マーク３７は、後述する画像処理装置６０による画像処理に適した形状のものであればよい。

【００５２】

図７及び図８において、主ステージベース１１の上空には、バーミラー３５の上面の各位置ずれ検出用マーク３７に対応して、複数のカメラ６１が設置されている。本実施の形態では、Ｘ方向に伸びるバーミラー３５の両脇付近に設けられた各位置ずれ検出用マーク３７に対応して、２つのカメラ６１が設けられている。しかしながら、位置ずれ検出用マーク３７及びカメラ６１の数及び位置は、図６～図８に示した例に限るものではない。

【００５３】

各カメラ６１は、例えばＣＣＤカメラから成り、バーミラー３５の上面の位置ずれ検出用マーク３７の画像を取得するためのものである。各カメラ６１は、マスクホルダ２０の上方に設けられた図示しないフレームに固定され、バーミラー３５の位置ずれ検出用マーク３７の間隔と同じ間隔で設置されている。

【００５４】

図１２は、本発明の一実施の形態によるプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を示すフローチャートである。なお、チャック１０ａに搭載された基板１とチャック１０ｂに搭載された基板１とでは、露光位置における処理が交互に行われ、一方の露光位置にお

ける処理の間に、他方のロード／アンロード位置における処理が行われる。

【００５５】

まず、ロード／アンロード位置において、チャック１０ａ，１０ｂへの基板１のロードが行われる（ステップ３０１）。主制御装置７０は、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより、各移動ステージのＸステージ１４、Ｙステージ１６、及びθステージ１７を駆動して、各ロード／アンロード位置においてチャック１０ａ，１０ｂをＸＹ方向へ移動及びθ方向へ回転させ、基板１のプリアライメントを行う（ステップ３０２）。

【００５６】

次に、主制御装置７０は、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより各移動ステージのＸステージ１４を駆動して、チャック１０ａ，１０ｂを露光位置へ移動させ、各移動ステージをバーミラー３５の位置ずれを検出する位置へ移動させる（ステップ３０３）。図１３は、移動ステージをバーミラーの位置ずれを検出する位置へ移動した状態を示す上面図である。各移動ステージをバーミラー３５の位置ずれを検出する位置へ移動したとき、バーミラー３５の上面の各位置ずれ検出用マーク３７は、各カメラ６１の視野内に位置する。

【００５７】

各移動ステージのＹステージ１６をＹ方向へ移動するとき、Ｙステージ１６を搭載したＹガイド１５では、摺動抵抗により多量の熱が発生する。その熱がＹステージ１６に伝わって、Ｙステージ１６に熱変形による歪みが生じたとき、Ｙステージ１６に取り付けられたバーミラー３５の設置状態が変化して、バーミラー３５がＸ方向からわずかに回転し、バーミラー３５にθ方向の位置ずれが発生する。各カメラ６１は、バーミラー３５の上面の各位置ずれ検出用マーク３７の画像を取得し、画像信号を図１の画像処理装置６０へ出力する。

【００５８】

図１において、画像処理装置６０は、各カメラ６１から出力された各位置ずれ検出用マーク３７の画像信号を処理して、各位置ずれ検出用マーク３７の位置を検出する。この各位置ずれ検出用マーク３７の位置の検出は、例えば、各カメラ６１が取得した各位置ずれ検出用マーク３７の画像と、予め用意したバーミラー３５にθ方向の位置ずれがない時の各位置ずれ検出用マーク３７の画像とを比較して行われる。レーザー変位計制御装置４０は、画像処理装置６０が検出した各位置ずれ検出用マーク３７の位置から、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出する（図１２のステップ３０４）。

【００５９】

本実施の形態では、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５の表面に、複数の位置ずれ検出用マーク３７を設け、複数のカメラ６１によりバーミラー３５の各位置ずれ検出用マーク３７の画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マーク３７の画像を処理して、各位置ずれ検出用マーク３７の位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マーク３７の位置から、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出するので、各位置ずれ検出用マーク３７の画像処理によって、バーミラー３５のθ方向の位置ずれが精度良く検出される。

【００６０】

しかしながら、本発明はこれに限らず、複数のレーザー干渉計３３により、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３５により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、複数のレーザー干渉計３３の測定結果から、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出してもよい。各移動ステージのＹ方向の位置を検出するためのレーザー干渉計３３を利用して、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出することができる。あるいは、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出するためのレーザー干渉計を、各移動ステージのＹ方向の位置を検出するためのレーザー干渉計３３と別個に設けてもよい。

【００６１】

図１２において、次に、主制御装置７０は、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより各移動ステージのＸステージ１４及びＹステージ１６を駆動して、基板１を露光位置の１回目のショットを行う位置へ移動させる（ステップ３０５）。続いて、主制御装置７０は、図示しないギャップセンサーの測定結果に基づき、Ｚ－チルト機構を駆動して、マスク２

と基板１とのギャップ合わせを行う（ステップ３０６）。次に、主制御装置７０は、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより各移動ステージのＸステージ１４、Ｙステージ１６、及びθステージ１７を駆動して、露光位置においてチャック１０ａ，１０ｂをＸＹ方向へ移動及びθ方向へ回転させ、基板１のアライメントを行う（ステップ３０７）。

【００６２】

基板１のアライメント（ステップ３０７）を行う際、レーザー変位計制御装置４０は、主制御装置７０の制御により、ステップ３０４で検出したバーミラー３５のθ方向の位置ずれに基づき、２つの分光干渉レーザー変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出する。主制御装置７０は、レーザー変位計制御装置４０によるチャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きの検出結果に基づき、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂを制御し、各移動ステージのθステージ１７によりチャック１０ａ，１０ｂをθ方向へ回転させて、基板１のθ方向の位置決めを行う。また、主制御装置７０は、レーザー測長系制御装置３０による各移動ステージのＸＹ方向の位置の検出結果に基づき、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂを制御し、各移動ステージのＸステージ１４及びＹステージ１６によりチャック１０ａ，１０ｂをＸＹ方向へ移動させて、基板１のＸＹ方向の位置決めを行う。

【００６３】

図１４（ａ）はバーミラーの位置ずれ管理を行わない場合の各ショットの露光領域の一例を示す図、図１４（ｂ）は本発明によりバーミラーの位置ずれ管理を行った場合の各ショットの露光領域の一例を示す図である。図１４（ａ），（ｂ）は、基板１の６つの露光領域１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ，１ｆを、露光領域毎に６回のショットに分けて露光する例を示している。

【００６４】

バーミラー３５にθ方向の位置ずれが発生したとき、バーミラー３５の位置ずれ管理を行わずに、２つの分光干渉レーザー変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂがバーミラー３５と平行に成る様に基板１のθ方向の位置決めを行うと、チャック１０ａ，１０ｂに搭載された基板１は、バーミラー３５のθ方向の位置ずれの分だけ、θ方向に傾いた状態で位置決めされる。そのため、図１４（ａ）に示す様に、各ショットの露光領域１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ，１ｆは、基板１上でそれぞれθ方向に傾いてしまう。

【００６５】

例えば、液晶ディスプレイ装置の製造において、ＴＦＴ基板とカラーフィルタ基板を張り合わせて液晶パネルを構成する作業は、通常、基板１上に複数の露光領域が露光された状態で行われる。そのため、図１４（ａ）に示す様に、各ショットの露光領域１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ，１ｆが基板１上でそれぞれθ方向に傾いてしまうと、各露光領域に形成されたパターンの位置が、張り合わせようとするＴＦＴ基板上又はカラーフィルタ基板上の各露光領域に形成されたパターンの位置とずれてしまうという問題が発生する。

【００６６】

本実施の形態では、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出し、バーミラー３５のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の分光干渉レーザー変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出するので、各移動ステージのＹステージ１６に熱変形による歪みが生じたとき、バーミラー３５の設置状態が変化して、バーミラー３５にθ方向の位置ずれが生じても、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きが正確に検出される。従って、図１４（ｂ）に示す様に、各ショットの露光領域１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄ，１ｅ，１ｆが基板１上でそれぞれθ方向に傾くことなく、各露光領域に形成されたパターンの位置が、張り合わせようとするＴＦＴ基板上又はカラーフィルタ基板上の各露光領域に形成されたパターンの位置とずれるという問題が発生しない。

【００６７】

なお、図１２において、基板１のアライメント（ステップ３０７）は、マスク２と基板１とのギャップ合わせ（ステップ３０６）中に、アライメント用のセンサーが基板１及び

マスク２に設けられたアライメント用のマークを検出できる距離にマスク２と基板１が接近した時点から開始してもよい。その場合、マスク２と基板１とのギャップ合わせ（ステップ３０６）と基板１のアライメント（ステップ３０７）を一部並行して行うことができるので、タクトタイムが短縮する。

【００６８】

マスク２と基板１とのギャップ合わせが終了して、ショット（ステップ３０８）を行った後、主制御装置７０は、全ショットが終了したか否かを判断する（ステップ３０９）。全ショットが終了していない場合、主制御装置７０は、Ｚ－チルト機構を、予め決定したマスク２と基板１の接触の恐れが無い退避位置へ移動させた後、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより各移動ステージのＸステージ１４及びＹステージ１６を駆動して、基板１のＸＹ方向へのステップ移動を行い（ステップ３１０）、基板１を次のショットを行う位置へ移動させる。そして、ステップ３０６へ戻り、全ショットについてショットが終了するまで、ステップ３０６～３１０を繰り返す。

【００６９】

全ショットが終了した場合、主制御装置７０は、Ｚ－チルト機構を駆動して、マスク２と基板１とのギャップを広げた後、ステージ駆動回路８０ａ，８０ｂにより各移動ステージのＸステージ１４及びＹステージ１６を駆動して、チャック１０ａ，１０ｂをロード／アンロード位置へ移動させる（ステップ３１１）。そして、ロード／アンロード位置において、チャック１０ａ，１０ｂからの基板１のアンロードが行われる（ステップ３１２）。

【００７０】

図１５～図１７は、従来のレーザー変位計の動作を説明する図である。図１５は、特許文献１及び特許文献２において、チャック１０ａを搭載する移動ステージに取り付けられたレーザー変位計４２を示している。チャック１０ａのθ方向の傾きを検出するための専用のバーミラー４４が、チャック１０ａのＹ方向へ伸びる一側面に取り付けられている。２つのレーザー変位計４２は、それぞれ、アーム４６により、バーミラー４４の高さでＸステージ１４に取り付けられている。チャック１０ｂを搭載する移動ステージに取り付けられたバーミラー４４及びレーザー変位計４２は、図１５とＸ方向において左右対称な構成となっている。特許文献１及び特許文献２に記載の技術で使用されているレーザー変位計４２は、三角測量を応用した光学式変位計であって、レーザー光源からのレーザー光を被測定物へ照射し、被測定物からの反射光をＣＣＤセンサー等の受光素子で受光して、被測定物の変位を測定するものである。

【００７１】

特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、チャック１０ａ，１０ｂにバーミラー４４を取り付け、Ｘステージ１４に設けた複数のレーザー変位計４２により、バーミラー４４の変位を複数箇所で測定して、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出している。そのため、専用のバーミラー４４が必要であるが、このバーミラー４４は、表面を高い精度で平坦に加工する必要があるため、非常に高価であって、多大な費用が掛かる。

【００７２】

本実施の形態では、チャック１０ａ，１０ｂに複数の分光干渉レーザー変位計４１を設け、複数の分光干渉レーザー変位計４１により、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５までの距離を複数箇所で測定し、複数の分光干渉レーザー変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出するので、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５が、レーザー干渉計３３を用いた移動ステージの位置の検出と、複数の分光干渉レーザー変位計４１を用いたチャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きの検出とに兼用され、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出するための専用のバーミラーが必要なくなる。

【００７３】

図１６は、図１５に示した状態から、チャック１０ａをＹステージ１６によりＹ方向へ移動した状態を示している。特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、Ｘステージ１

４にレーザー変位計４２を設けているため、露光位置における基板のステップ移動時に、チャック１０ａ，１０ｂをＹステージ１６によりＹ方向へ移動すると、図１５及び図１６に示す様に、バーミラー４４の位置がレーザー変位計４２に対して変化する。そのため、測定結果には、バーミラー４４の平坦度による誤差が含まれる恐れがあった。

【００７４】

図１７（ａ）は、図１５に示した状態で、チャック１０ａがθ方向に傾いたときのレーザー変位計４２とバーミラー４４との位置関係を示し、図１７（ｂ）は、図１６に示した状態で、チャック１０ａがθ方向に傾いたときのレーザー変位計４２とバーミラー４４との位置関係を示している。

【００７５】

特許文献１及び特許文献２に記載されている様に、複数のレーザー変位計４２を用いてチャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出する場合、複数のレーザー変位計４２をより離して設置する程、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを精度良く検出することができる。しかしながら、レーザー変位計４２の出力特性は直線性が乏しく、測定範囲を広げると、測定誤差が大きくなる。特許文献１及び特許文献２に記載の技術では、チャック１０ａ，１０ｂがθ方向に傾いた状態で、チャック１０ａ，１０ｂをＹステージ１６によりＹ方向へ移動すると、図１７（ａ），（ｂ）に示す様に、各レーザー変位計４２からバーミラー４４までの距離が変動するため、複数のレーザー変位計４２をより離して設置すると、レーザー変位計４２の測定範囲が広がり、測定誤差が大きくなる恐れがあった。

【００７６】

図１８及び図１９は、分光干渉レーザー変位計の動作を説明する図である。図１８及び図１９は、基板１を各ショットを行う位置へ移動した状態を示しており、図１９では、チャック１０ａ，１０ｂが、各移動ステージのＹステージ１６により、図１８に示した状態からＹ方向へ移動されている。本実施の形態では、露光位置における基板１のステップ移動時に、チャック１０ａ，１０ｂを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、図１８及び図１９に示す様に、分光干渉レーザー変位計４１が常にバーミラー３５の同じ箇所に対して測定を行うため、バーミラー３５の平坦度による測定誤差がなくなる。また、チャック１０ａ，１０ｂがθ方向に傾いた状態で、チャック１０ａ，１０ｂを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、分光干渉レーザー変位計４１からバーミラー３５までの距離が変動せず、測定範囲が広がらないので、複数の分光干渉レーザー変位計４１をより離して設置することができる。

【００７７】

さらに、レーザー変位計４２の出力特性は、設置状態により変動し、被測定物の微小な角度変化に対して線形性が異なる。そのため、特許文献１及び特許文献２に記載されている様に、複数のレーザー変位計４２を用いてチャックのθ方向の傾きを検出する場合、各レーザー変位計の測定値にチャック１０ａ，１０ｂの角度に依存した変動値が含まれ、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを高精度に検出することができない恐れがあった。

【００７８】

本実施の形態で使用する分光干渉レーザー変位計４１は、特許文献１及び特許文献２に記載の技術で使用されているレーザー変位計４２に比べて、被測定物の微小な角度変化による出力特性の変化が小さく高精度であるが、測定範囲が狭い。本発明では、特許文献１及び特許文献２に記載の技術と異なり、チャック１０ａ，１０ｂがθ方向に傾いた状態で、チャック１０ａ，１０ｂを移動ステージによりＸＹ方向へ移動しても、分光干渉レーザー変位計４１からバーミラー３５までの距離が変動しないので、測定範囲が狭く高精度な分光干渉レーザー変位計４１を用いることができ、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きをより精度良く検出することができる。

【００７９】

以上説明した本実施の形態によれば、各移動ステージのＹステージ１６にバーミラー３５を取り付け、レーザー干渉計３３により、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３５より反射されたレーザー光との干渉を測定し、測定結果から、各移動ステージの

Ｙ方向の位置を検出し、各移動ステージのＹステージ１６に取り付けたバーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出し、チャック１０ａ，１０ｂに複数の光学式変位計４１を設け、複数の光学式変位計４１により、各移動ステージのＹステージ１６に取り付けたバーミラー３５までの距離を複数箇所で測定し、バーミラー３５のθ方向の位置ずれの検出結果に基づき、複数の光学式変位計４１の測定結果から、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを検出することにより、安価な構成で、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きを精度良く検出して、基板１のθ方向の位置決めを精度良く行うことができる。

【００８０】

さらに、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５の表面に、複数の位置ずれ検出用マーク３７を設け、バーミラー３５の複数の位置ずれ検出用マーク３７の画像を取得し、取得した各位置ずれ検出用マーク３７の画像を処理して、各位置ずれ検出用マーク３７の位置を検出し、検出した各位置ずれ検出用マーク３７の位置から、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出することにより、各位置ずれ検出用マーク３７の画像処理によって、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを精度良く検出することができる。

【００８１】

あるいは、複数のレーザー干渉計３３により、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３５により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、複数のレーザー干渉計３３の測定結果から、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出することにより、各移動ステージのＹ方向の位置を検出するためのレーザー干渉計３３を利用して、バーミラー３５のθ方向の位置ずれを検出することができる。

【００８２】

さらに、光学式変位計として、分光干渉レーザー変位計４１を用いることにより、チャック１０ａ，１０ｂのθ方向の傾きをより精度良く検出することができる。

【００８３】

さらに、複数のレーザー干渉計３３により、レーザー光源３１からのレーザー光とバーミラー３５により反射されたレーザー光との干渉を複数箇所で測定し、複数のレーザー干渉計３３の測定結果から、Ｘステージ１４及びＹステージ１６が移動する際のヨーイングを検出することにより、Ｙステージ１６に取り付けたバーミラー３５を利用して、移動ステージが移動する際のヨーイングを検出することができる。

【００８４】

本発明のプロキシミティ露光装置を用いて基板の露光を行い、あるいは、本発明のプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を用いて基板を位置決めして、基板の露光を行うことにより、露光時の基板のθ方向の位置決めを精度良く行うことができるので、パターンの焼付けを精度良く行って、高品質な基板を製造することができる。

【００８５】

例えば、図２０は、液晶ディスプレイ装置のＴＦＴ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。薄膜形成工程（ステップ１０１）では、スパッタ法やプラズマ化学気相成長（ＣＶＤ）法等により、基板上に液晶駆動用の透明電極となる導電体膜や絶縁体膜等の薄膜を形成する。レジスト塗布工程（ステップ１０２）では、ロール塗布法等により感光樹脂材料（フォトレジスト）を塗布して、薄膜形成工程（ステップ１０１）で形成した薄膜上にフォトレジスト膜を形成する。露光工程（ステップ１０３）では、プロキシミティ露光装置や投影露光装置等を用いて、マスクのパターンをフォトレジスト膜に転写する。現像工程（ステップ１０４）では、シャワー現像法等により現像液をフォトレジスト膜上に供給して、フォトレジスト膜の不要部分を除去する。エッチング工程（ステップ１０５）では、ウエットエッチングにより、薄膜形成工程（ステップ１０１）で形成した薄膜の内、フォトレジスト膜でマスクされていない部分を除去する。剥離工程（ステップ１０６）では、エッチング工程（ステップ１０５）でのマスクの役目を終えたフォトレジスト膜を、剥離液によって剥離する。これらの各工程の前又は後には、必要に応じて、基板の洗浄／乾燥工程が実施される。これらの工程を数回繰り返して、基板上にＴＦＴアレイが形成される。

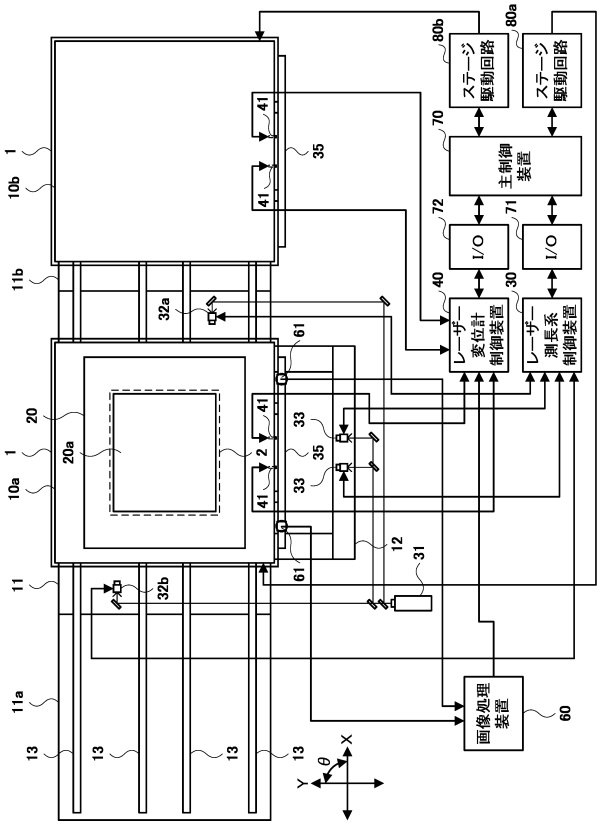
【００８６】
また、図２１は、液晶ディスプレイ装置のカラーフィルタ基板の製造工程の一例を示すフローチャートである。ブラックマトリクス形成工程（ステップ２０１）では、レジスト塗布、露光、現像、エッチング、剥離等の処理により、基板上にブラックマトリクスを形成する。着色パターン形成工程（ステップ２０２）では、染色法、顔料分散法、印刷法、電着法等により、基板上に着色パターンを形成する。この工程を、Ｒ、Ｇ、Ｂの着色パターンについて繰り返す。保護膜形成工程（ステップ２０３）では、着色パターンの上に保護膜を形成し、透明電極膜形成工程（ステップ２０４）では、保護膜の上に透明電極膜を形成する。これらの各工程の前、途中又は後には、必要に応じて、基板の洗浄／乾燥工程が実施される。

【００８７】
図２０に示したＴＦＴ基板の製造工程では、露光工程（ステップ１０３）において、図２１に示したカラーフィルタ基板の製造工程では、ブラックマトリクス形成工程（ステップ２０１）の露光処理において、本発明のプロキシミティ露光装置及びプロキシミティ露光装置の基板位置決め方法を適用することができる。

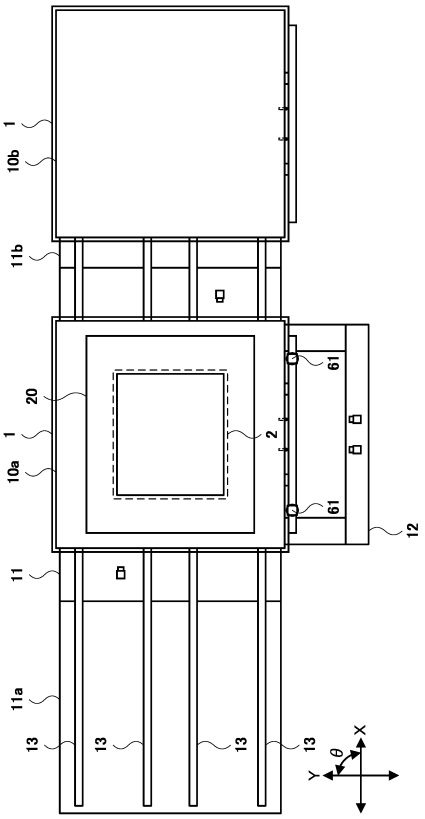
【符号の説明】

【００８８】
１　基板
２　マスク
１０ａ，１０ｂ　チャック
１１　主ステージベース
１１ａ，１１ｂ　副ステージベース
１２　台
１３　Ｘガイド
１４　Ｘステージ
１５　Ｙガイド
１６　Ｙステージ
１７　θステージ
１９　チャック支持台
２０　マスクホルダ
３０　レーザー測長系制御装置
３１　レーザー光源
３２ａ，３２ｂ，３３　レーザー干渉計
３４ａ，３４ｂ，３５　バーミラー
３６　アーム
３７　位置ずれ検出用マーク
４０　レーザー変位計制御装置
４１　分光干渉レーザー変位計
５０　取り付け具
６０　画像処理装置
６１　カメラ
７０　主制御装置
７１，７２　入出力インタフェース回路
８０ａ，８０ｂ　ステージ駆動回路

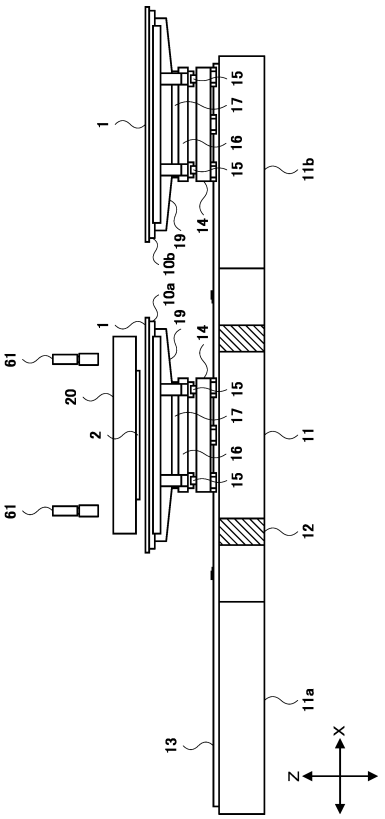
【図１】


ステージ駆動回路
ステージ駆動回路
主制御装置
I/O
I/O
レーザー変位計制御装置
レーザー測長系制御装置
画像処理装置

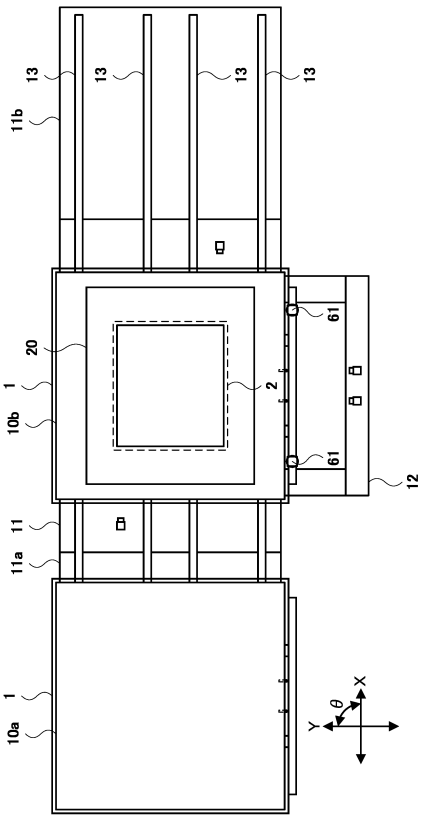
【図２】



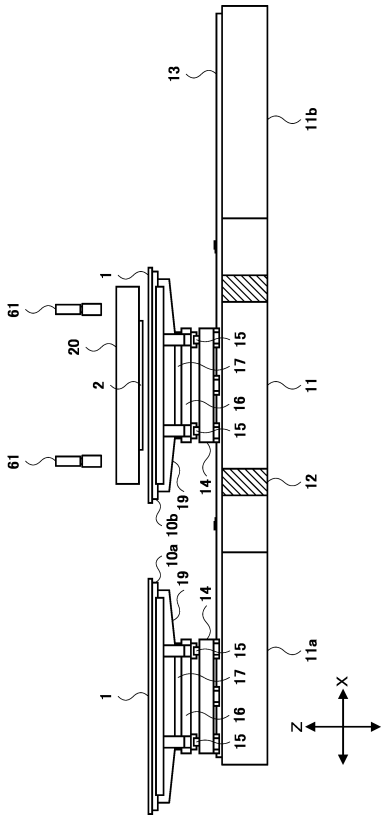
【図３】



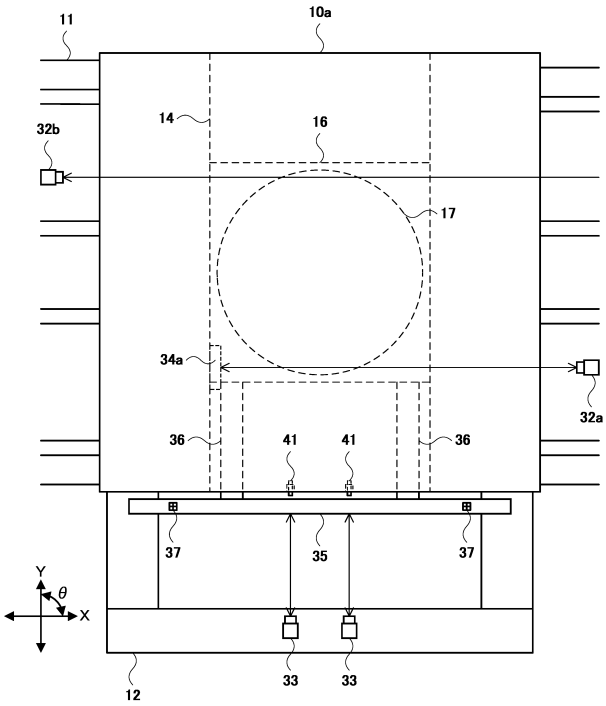
【図４】



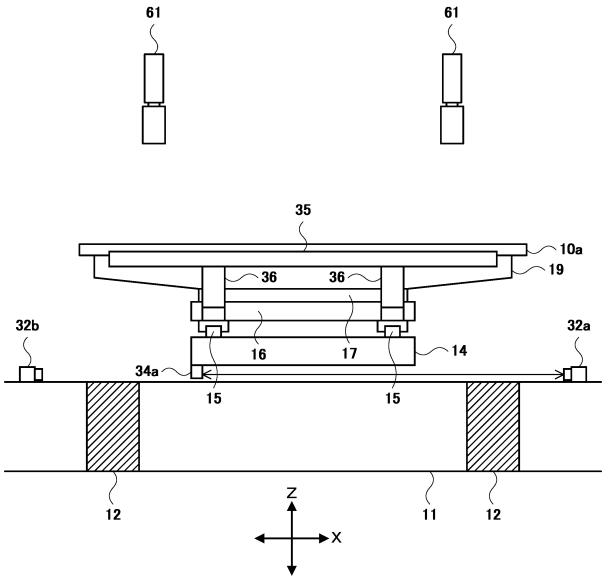
【図５】


13
11b
1
61
20
2
15
17
16
15
11
61
14
19
12
10b
10a
19
14
1
15
17
16
15
11a
X
Z

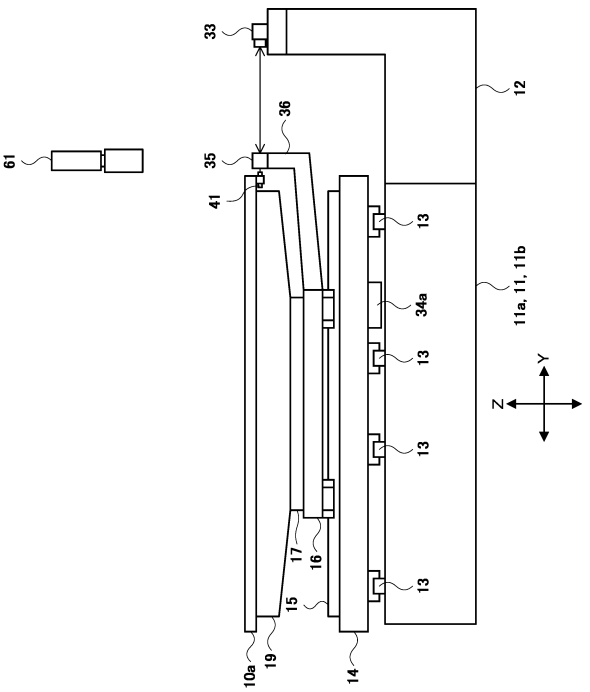
【図６】


11
10a
14
16
32b
17
34a
32a
36
41
41
36
37
35
37
Y
θ
X
33
33
12

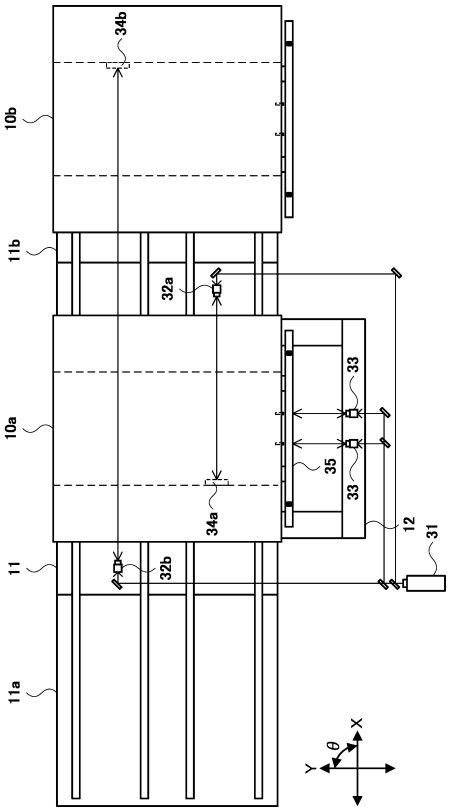
【図７】


61
61
35
10a
19
36
36
32b
32a
16
17
14
34a
15
15
12
11
12
Z
X

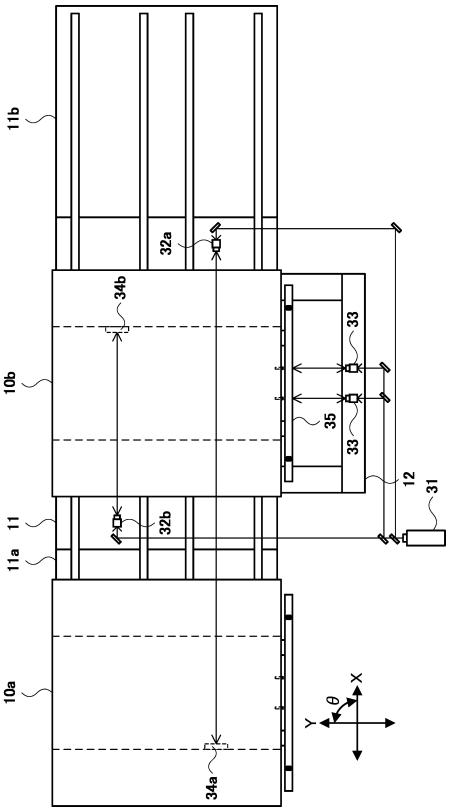
【図８】


33
12
61
36
35
41
13
34a
13
11a, 11, 11b
Y
Z
13
17
16
15
13
10a
19
14

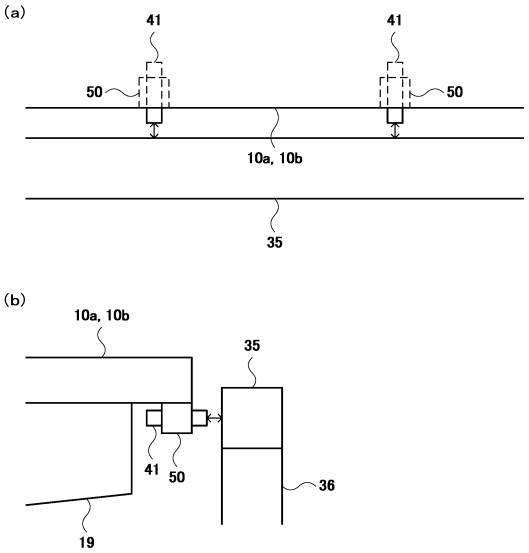
【図９】



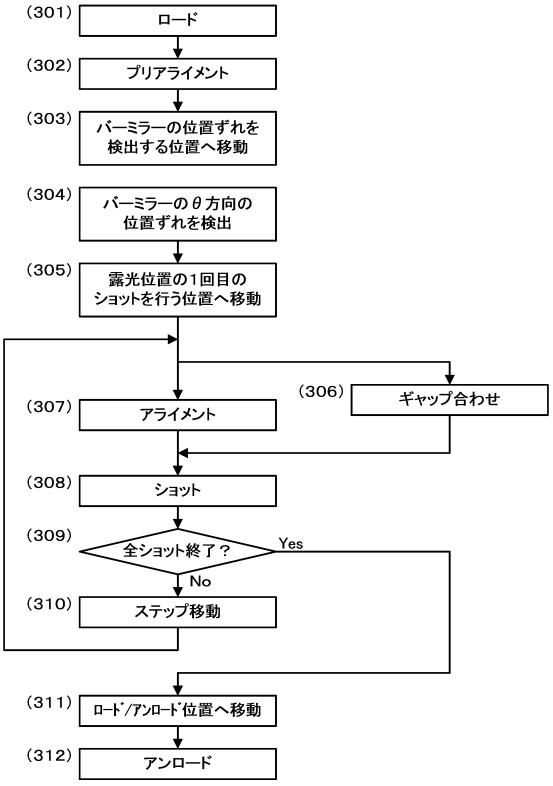
【図１０】



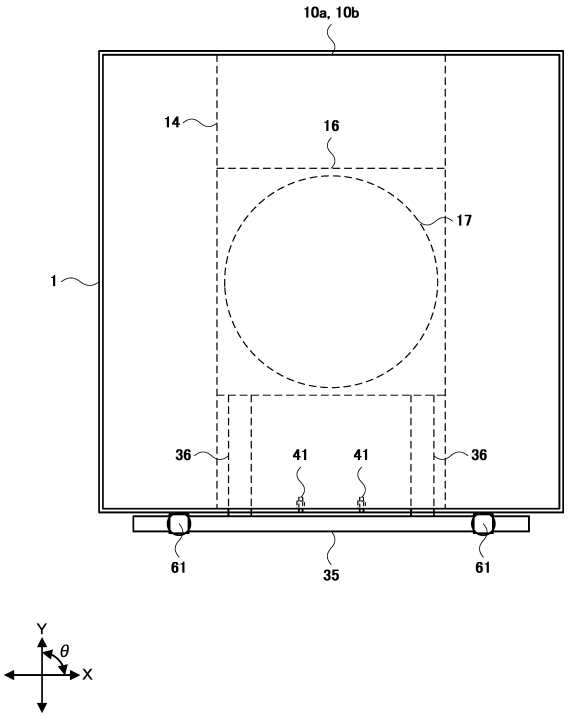
【図１１】



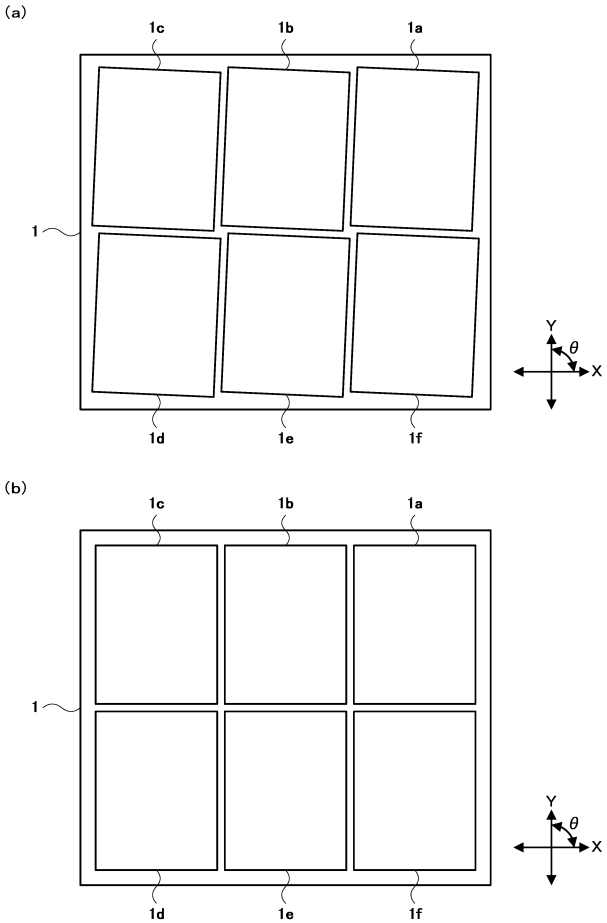
【図１２】



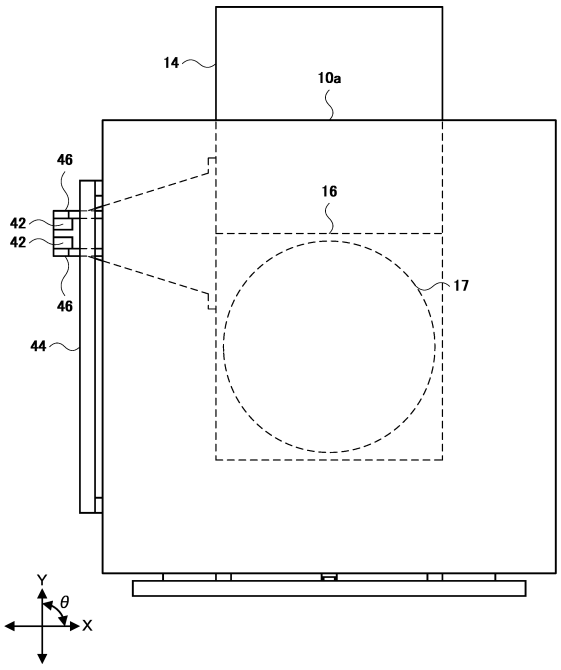
【図１３】



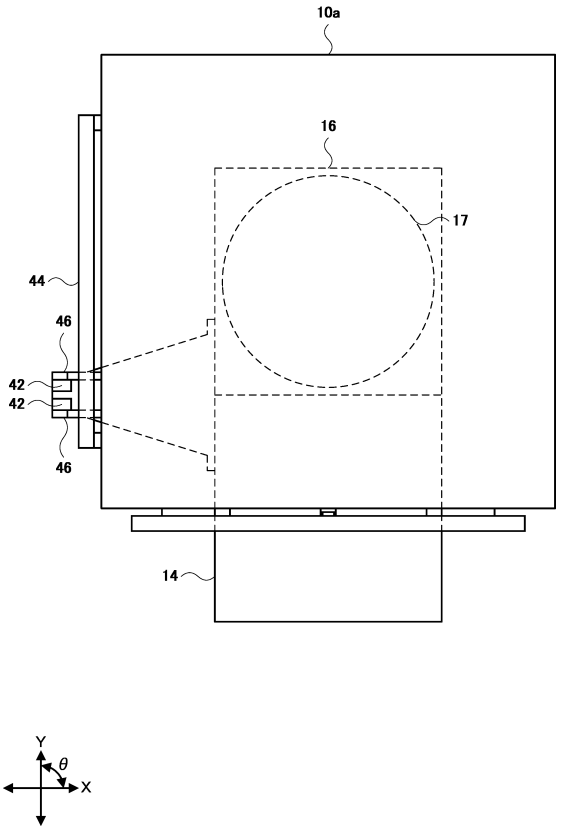
【図１４】



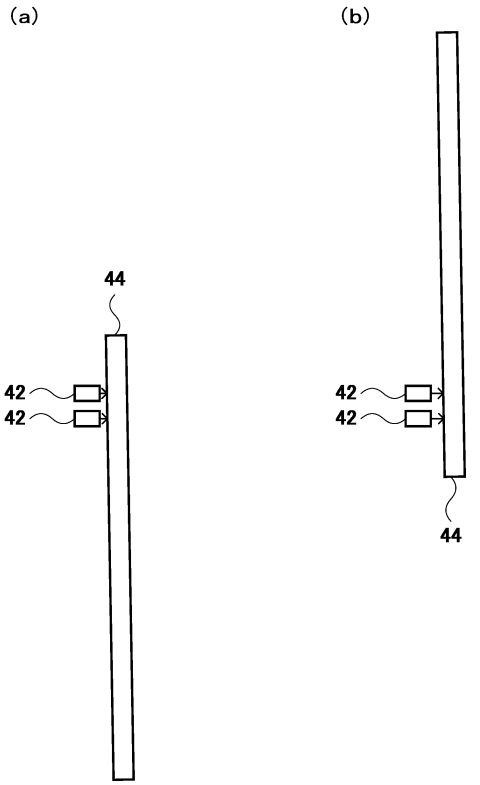
【図１５】



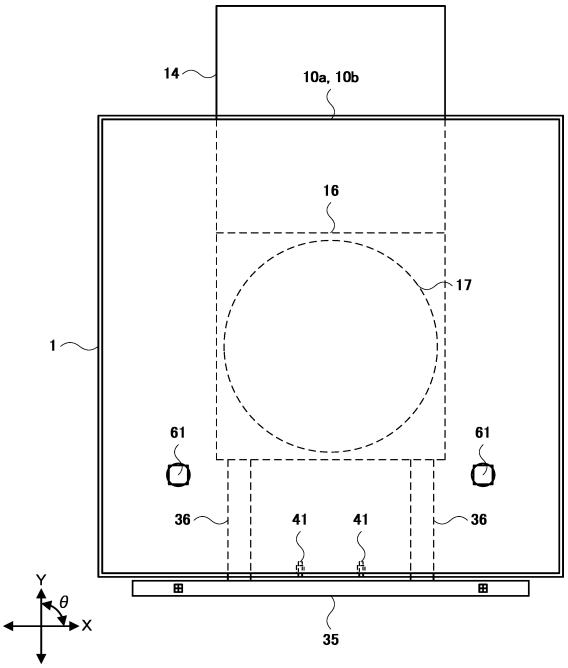
【図１６】



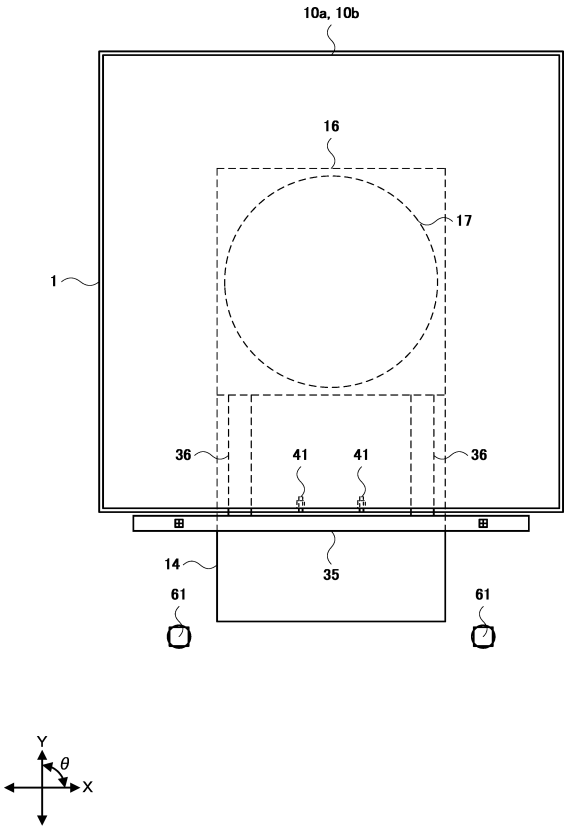
【図１７】



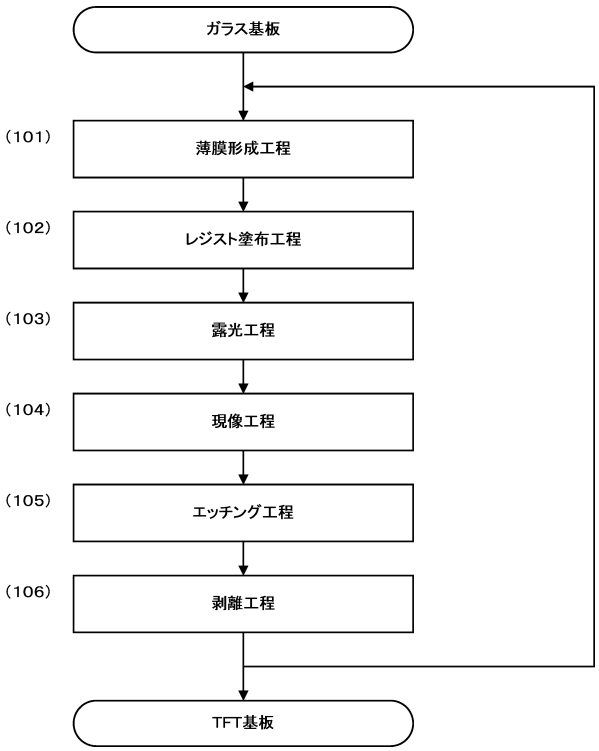
【図１８】



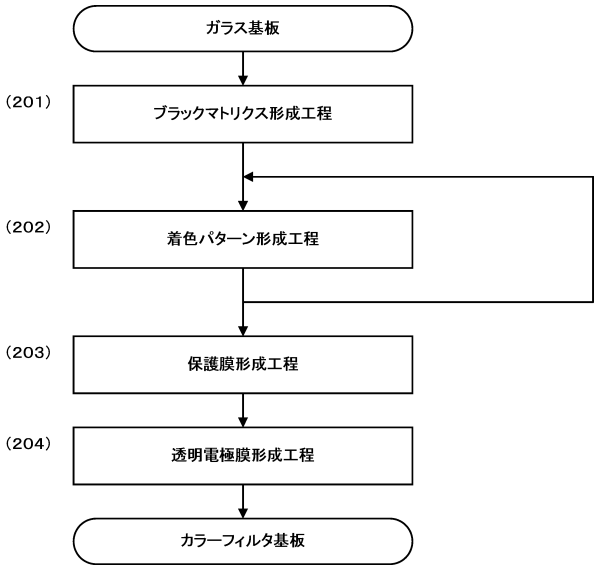
【図１９】



【図２０】



【図２１】


ガラス基板
(201)
ブラックマトリクス形成工程
(202)
着色パターン形成工程
(203)
保護膜形成工程
(204)
透明電極膜形成工程
カラーフィルタ基板

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
G01B 11/26 G

(72)発明者 高橋 聡
埼玉県児玉郡上里町嘉美１６００番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ
埼玉事業所内

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開２０１０－２１９２３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９８９０６（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－０３１６３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１５３５１９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１０３５８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１９４６７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／０２７；２１／６７－２１／６８３
Ｇ０３Ｆ ７／２０