

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5201979号  
(P5201979)

(45) 発行日 平成25年6月5日 (2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日 (2013.2.22)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 O 1

G O 2 B 7/198 (2006.01)

G O 2 B 7/18 B

請求項の数 12 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-335057 (P2007-335057)  
 (22) 出願日 平成19年12月26日 (2007.12.26)  
 (65) 公開番号 特開2009-158719 (P2009-158719A)  
 (43) 公開日 平成21年7月16日 (2009.7.16)  
 審査請求日 平成22年12月15日 (2010.12.15)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康德  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原版のパターンを基板に投影する投影光学系を有する露光装置であって、  
 前記投影光学系は、  
 前記原版と前記基板との間の光路中に前記原版の側から順に配置された第1凹面ミラー、  
 凸面ミラー、第2凹面ミラーと、  
 前記第1凹面ミラーおよび前記第2凹面ミラーを支持する支持機構とを備え、  
 前記第1凹面ミラーの反射面と前記凸面ミラーの反射面との距離が前記第2凹面ミラーの  
 反射面と前記凸面ミラーの反射面との距離と異なり、  
 前記支持機構は、上部部材、中段部材、下部部材、第1側部部材および第2側部部材を含  
 む柵形状の枠体を有し、前記第1側部部材は、前記上部部材、前記中段部材および前記下  
 部部材のそれぞれの一端を連結し、前記第2側部部材は、前記上部部材、前記中段部材お  
 よび前記下部部材のそれぞれの他端を連結し、  
 前記第1凹面ミラーの上部は前記上部部材によって支持され、前記第1凹面ミラーの下部  
 は前記中段部材によって支持され、  
 前記第2凹面ミラーの下部は前記下部部材によって支持されている、  
 ことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記第2凹面ミラーの上部は、前記中段部材によって支持されている、ことを特徴とする  
 請求項1に記載の露光装置。

10

20

## 【請求項 3】

前記第 2 凹面ミラーは、前記下部部材によってその下部が支持されるとともに、前記下部部材から延びた部分を含む支持部材によってその上部が支持される、ことを特徴とする請求項 1 に記載に露光装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 凹面ミラーは、前記上部部材に固定された支持部材および前記中段部材に固定された支持部材を介して前記上部部材および前記中段部材によって支持され、  
前記第 2 凹面ミラーは、前記下部部材に固定された下部支持体を介して前記下部部材によって支持されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

10

## 【請求項 5】

前記第 1 凹面ミラーの曲率中心、前記凸面ミラーの曲率中心および前記第 2 凹面ミラーの曲率中心を結ぶ軸が水平である、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記投影光学系は拡大光学系であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記第 1 凹面ミラーの反射面の光軸方向における位置と前記第 2 凹面ミラーの反射面の前記光軸方向における位置とは互いにずれていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

20

## 【請求項 8】

前記第 1 凹面ミラーの反射面は、前記第 2 凹面ミラーの反射面より前記凸面ミラー側にあることを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

## 【請求項 9】

前記第 1 凹面ミラーは、前記中段部材の上側に固定された支持部材を介して支持され、  
前記第 2 凹面ミラーは、前記中段部材の下側に固定された支持部材を介して支持されていることを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

## 【請求項 10】

光軸方向において、前記中段部材の上側に固定された支持部材と前記中段部材の下側に固定された支持部材とが互いにずれていることを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

30

## 【請求項 11】

前記投影光学系は、屈折光学系を更に含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 12】

デバイス製造方法であって、  
請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、該基板を現像する工程と、  
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、原版のパターンを基板に投影する投影光学系を有する露光装置および該露光装置を用いてデバイスを製造するデバイス製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

液晶表示デバイスは、フォトリソグラフィー工程を通して基板上に電極等の回路パターンを形成することにより製造される。フォトリソグラフィー工程は、露光装置によって原版のパターンを基板に投影し該基板を露光する工程を含む。特許文献 1 には、露光装置に搭載される投影光学系が記載されている。

50

## 【 0 0 0 3 】

近年、液晶表示デバイスの大型化が進み、特許文献 1 に示すような等倍の投影光学系を備える露光装置では、レチクルが大型化し、製造コストが上昇するという問題が顕在化してきた。この問題に関連して、特許文献 2、3 に示すような拡大投影光学系が提案されている。

【特許文献 1】特開昭 6 0 - 2 0 1 3 1 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 7 8 5 9 2 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 6 - 7 8 6 3 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

## 【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に記載された投影光学系は、投影倍率が 1 倍（等倍）であり、露光光が 1 枚の凹面ミラーの 2 つの領域をそれぞれ使って 2 回反射される。一方、等倍以外の投影倍率を有する特許文献 2 に記載されたような光学系では、第 1 凹面ミラーと凸面ミラーとの距離が第 2 凹面と前記凸面ミラーとの距離と異なる。したがって、第 1 凹面ミラーと第 2 凹面ミラーは、外部振動や温度変化などの影響により個別に動く可能性がある。その結果、第 1 凹面ミラーと第 2 凹面ミラーを有する構成では、1 枚の凹面ミラーによって 2 つの反射面が提供される構成と比べて、ミラーが動いた際の光学性能への影響、特に倍率や歪曲収差への影響が大きくなり、製造されるデバイスへの影響が懸念される。また、第 1 凹面ミラーと第 2 凹面ミラーを有する構成は、その製造および組み立ての誤差に対しても敏感になる。

20

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、例えば、第 1 凹面ミラーおよび第 2 凹面ミラーの独立した位置ずれによる結像性能の低下を抑えることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明の 1 つの側面は、原版のパターンを基板に投影する投影光学系を有する露光装置を対象とするものであり、前記投影光学系は、前記原版と前記基板との間の光路中に前記原版の側から順に配置された第 1 凹面ミラー、凸面ミラー、第 2 凹面ミラーと、前記第 1 凹面ミラーおよび前記第 2 凹面ミラーを支持する支持機構とを備え、前記第 1 凹面ミラーの反射面と前記凸面ミラーの反射面との距離が前記第 2 凹面ミラーの反射面と前記凸面ミラーの反射面との距離と異なり、前記支持機構は、上部部材、中段部材、下部部材、第 1 側部部材および第 2 側部部材を含む棚形状の枠体を有し、前記第 1 側部部材は、前記上部部材、前記中段部材および前記下部部材のそれぞれの一端を連結し、前記第 2 側部部材は、前記上部部材、前記中段部材および前記下部部材のそれぞれの他端を連結し、前記第 1 凹面ミラーの上部は前記上部部材によって支持され、前記第 1 凹面ミラーの下部は前記中段部材によって支持され、前記第 2 凹面ミラーの下部は前記下部部材によって支持される。

30

【発明の効果】

40

## 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、例えば、第 1 凹面ミラーおよび第 2 凹面ミラーの独立した位置ずれによる結像性能の低下を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 0 8 】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明する。

## 【 0 0 0 9 】

図 1 は、本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。本発明の好適な実施形態の露光装置 E X P は、原版（レチクル）1 を保持する原版ステージ 2 と、不図示の照明光学系によって照明される原版 1 のパターンを基板 1 1 に投影する投影光学系 P

50

〇と、基板 11 を保持する基板ステージ 10 とを備える。

【0010】

投影光学系 P O は、原版 1 と基板 11 との間の光路中に原版 1 の側から順に配置された第 1 凹面ミラー 6、凸面ミラー 7、第 2 凹面ミラー 8 を含む。第 1 凹面ミラー 6 の曲率中心、凸面ミラー 7 の曲率中心および第 2 凹面ミラー 8 の曲率中心とを結ぶ軸は、典型的には水平である。投影光学系 P O は、光軸から外れた位置に輪帯状の良像域を有する。投影光学系 P O は、1 以外の投影倍率を有し、典型的には、1 よりも大きい投影倍率を有する。第 1 凹面ミラー 6、凸面ミラー 7、第 2 凹面ミラー 8 の少なくとも 1 つは、その反射面が非球面とされてもよい。

【0011】

図 1 では、基板 11 の表面を X Y 平面とし、それに直交する軸を Z 軸とするように X Y Z 座標系が定義されている。この実施形態の投影光学系 P O は、凸面ミラー 7 の収差を補正するためにメニスカスレンズ 12 を有している。メニスカスレンズ 12 を非球面レンズとすることで、凸面ミラー 7 の収差をより良好に補正することができる。投影光学系 P O は、原版 1 および基板 11 のフォーカスずれによる結像性能の低下を抑えるために、物体側および像側をともにテレセントリックに構成されることが好ましい。投影光学系 P O は、光学性能の向上のために、屈折光学系 3、9 を備えてもよい。投影光学系 P O は、光軸を折り曲げるための 1 又は複数のミラー 4 を備えうる。

【0012】

基板 11 の露光は、投影光学系 P O に対して原版 1 および基板 11 を走査駆動しながら行われる。原版 1 と基板 11 との速度比は、投影光学系 P O の投影倍率によって決定される。基板 11 上の 1 つのショット領域の露光が終了すると、基板 11 がステップ移動され、次のショット領域の露光がなされうる。

【0013】

原版 1 を照明する光は、デバイスのパターンに応じて選択されうる。例えば、液晶表示デバイスを製造するための露光装置では、高圧水銀ランプを用いて、g 線 (436 nm)、h 線 (405 nm) 又は i 線 (365 nm) が選択されうる。しかしながら、本発明は、使用する光の波長を特別な波長に限定するものではない。

【0014】

前述のように、投影光学系 P O は、1 以外の投影倍率、典型的には 1 より大きい投影倍率を有するように構成される。換言すると、第 1 凹面ミラー 6 の反射面と凸面ミラー 7 の反射面との第 1 距離と第 2 凹面ミラー 8 の反射面と凸面ミラー 7 との第 2 距離が互いに異なり、典型的には、第 1 距離が第 2 距離よりも小さい。

【0015】

図 2 は、第 1 凹面ミラー 6 および第 2 凹面ミラー 8 の適正位置からの位置ずれに対する光線に直交する平面内における結像点のずれ量 (倍率・歪曲収差) を例示している。図 2 において、"第 1 凹面" は、所定方向への第 1 凹面ミラー 6 の位置ずれに起因する結像点のずれ量を示している。図 2 において、"第 2 凹面" は、前記所定方向への第 2 凹面ミラー 8 の位置ずれに起因する結像点のずれ量を示している。図 2 において、"第 1 凹面 + 第 2 凹面" は、第 1 凹面ミラー 6 と第 2 凹面ミラー 8 の位置ずれの量および方向が同一である場合の結像点のずれ量を示している。

【0016】

図 2 より、第 1 凹面ミラー 6 と第 2 凹面ミラー 8 が個別の位置誤差を持つ場合には、投影光学系 P O の結像性能が大きく低下することがわかる。また、図 2 により、第 1 凹面ミラー 6 および第 2 凹面ミラー 8 それぞれの位置ずれの量および方向が同一である場合において、像点のずれが互いに逆向きで、その量がほぼ等量であることが分かる。つまり、図 2 の "第 1 凹面 + 第 2 凹面" に例示されるように、第 1 凹面ミラー 6 および第 2 凹面ミラー 8 それぞれの位置ずれの量および方向が同一である場合には、それらの位置ずれによる像点の位置ずれの大部分がキャンセルされる。

【0017】

そこで、この実施形態では、第1凹面ミラー6および第2凹面ミラー8をそれらの位置関係が維持されるように1つの支持機構で支持する。これにより、第1凹面ミラー6および第2凹面ミラー8の変位の量および方向が互いに等しくなる。該支持機構は、上部部材、中段部材、下部部材およびそれら端部を連結する側部部材を含む棚形状の枠体を含み、第1凹面ミラー6は、前記上部部材および前記中段部材によって支持され、第2凹面ミラー8は、前記下部部材によって支持される。

#### 【0018】

図3および図4は、本発明の第1実施形態における投影光学系POの構成を示す図である。投影光学系POは、原版1と基板11との間の光路中に原版1の側から順に配置された第1凹面ミラー6、凸面ミラー7および第2凹面ミラー8と、第1凹面ミラー6および第2凹面ミラー8を支持する支持機構とを備える。ここで、第1凹面ミラー6の反射面と凸面ミラー7の反射面との距離が第2凹面ミラー8の反射面と凸面ミラー7の反射面との距離と異なる。図3および図4に示す実施形態では、第1凹面ミラー6の反射面と凸面ミラー7の反射面とは、相互にY軸方向にずれている。

#### 【0019】

支持機構は、上部部材105、中段部材107、下部部材108およびそれらの端部を連結する側部部材111を含む棚形状の枠体120を含む。枠体120は、鏡筒チャンバ101の中に配置されている。第1凹面ミラー6は、上部部材105および中段部材107によって支持され、第2凹面ミラー8は、下部部材108によって支持される。第2凹面ミラー8は、下部部材108のほか、中段部材107によって支持されてもよい。

#### 【0020】

第1凹面ミラー6は、上部部材105に固定された1又は複数の支持部材104および中段部材107に固定された1又は複数の支持部材102を介して上部部材105および中段部材107によって支持されうる。第1凹面ミラー6は、例えば、その上部において支持部材104によってX、Y方向の位置が規制され、その下部において支持部材102によってX、Y、Z方向の位置が規制される。

#### 【0021】

第2凹面ミラー8は、下部部材108に固定された1又は複数の下部支持体115および中段部材107に固定された1又は複数の支持部材106を介して下部部材108および中段部材107によって支持されうる。第2凹面ミラー8は、例えば、その下部において下部支持体115によってX、Y、Z方向の位置が規制され、その上部において支持部材106によってY方向の位置が規制される。下部支持体115は、第2凹面ミラー8のX方向およびZ方向の位置を規制する支持部材109と、第2凹面ミラー8のY方向の位置を規制する支持部材110を含みうる。

#### 【0022】

枠体120は、線膨張係数が小さく、かつヤング率の大きな材料、例えば、鉄・ニッケル合金、コバルト合金、スーパーインバー等で構成されることが好ましい。線膨張係数が小さいことにより熱による伸び縮みを低減することができる。枠体120は、例えば、線熱膨張率の絶対値が $1.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 以下の材料で構成されることが好ましい。また、ヤング率の大きい材質を使うことにより変形が小さくなるため、第1凹面ミラー6、第2凹面ミラー8への変形の伝播が少なくなり、また、支持機構全体における振動の固有値の低下を抑えることができる。

#### 【0023】

以上のような構造により、第1凹面ミラー6と第2凹面ミラー8が枠体120に対して固定され、第1凹面ミラー6と第2凹面ミラー8が独立して動くことによる結像性能の変化、特に倍率変化と歪曲収差の変化を低減することができる。

#### 【0024】

図5および図6は、本発明の第2実施形態における投影光学系POの構成を示す図である。なお、図5および図6において、図3および図4に示す第1実施形態と実質的に同一の構成要素には同一の符号が付されている。

## 【 0 0 2 5 】

第2凹面ミラー8は、下部部材108によってその下部が支持されるとともに、下部部材108から延びた部分（例えば、柱状部分）を含む1又は複数の支持部材205によってその上部が支持されている。第2凹面ミラー8は、下部部材108に固定された1又は複数の下部支持体115を介して下部部材108によって支持されうる。第2凹面ミラー8は、例えば、その下部において下部支持体115によってX、Y、Z方向の位置が規制され、その上部において支持部材205によってY方向の位置が規制される。下部支持体115は、第2凹面ミラー8のX方向およびZ方向の位置を規制する支持部材109と、第2凹面ミラー8のY方向の位置を規制する支持部材110を含みうる。

## 【 0 0 2 6 】

図7は、デバイスの製造方法の一例としての液晶表示デバイスの製造方法を例示する図である。該製造方法は、薄膜形成前洗浄工程、薄膜形成工程、レジスト塗布工程、露光工程、現像工程、エッチング工程、レジスト剥離工程の繰り返しと、その後実施される検査、修正工程とを含む。薄膜形成前洗浄工程では、ガラス基板を洗浄する。薄膜形成工程では、ガラス基板の上に薄膜を形成する。レジスト塗布工程では、薄膜の上にレジストを塗布する。露光工程では、上記の露光装置を用いてガラス基板を露光してレジストに潜像パターンを形成する。現像工程では、ガラス基板を現像して潜像パターンを物理的なパターンに変える。エッチング工程では、該物理的なパターンの開口に露出している薄膜をエッチングする。レジスト剥離工程では、該物理的なパターンとしてのレジストを剥離する。以上の薄膜形成前洗浄工程からレジスト剥離工程の繰り返しによって液晶表示デバイスが形成される。検査、修正工程では、液晶表示デバイスを検査し、不具合を有する液晶表示デバイスを修正する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 7 】

【図1】本発明の好適な実施形態の露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】図2は、第1凹面ミラーおよび第2凹面ミラー8の適正位置からの位置ずれに対する光線に直交する平面内における結像点のずれ量（倍率・歪曲収差）を例示する図である。

【図3】本発明の第1実施形態における投影光学系の構成を示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態における投影光学系の構成を示す図である。

【図5】本発明の第2実施形態における投影光学系の構成を示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態における投影光学系の構成を示す図である。

【図7】本発明の好適な実施形態のデバイス製造方法を例示する図である。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 2 8 】

- 1 原版
- 2 原版ステージ
- 3 屈折光学系
- 4 ミラー
- 6 第1凹面ミラー
- 7 凸面ミラー
- 8 第2凹面ミラー
- 9 屈折光学系
- 10 基板ステージ
- 11 基板
- 12 メニスカスレンズ
- E X P 露光装置
- P O 投影光学系
- 101 鏡筒チャンバ
- 102 支持部材

10

20

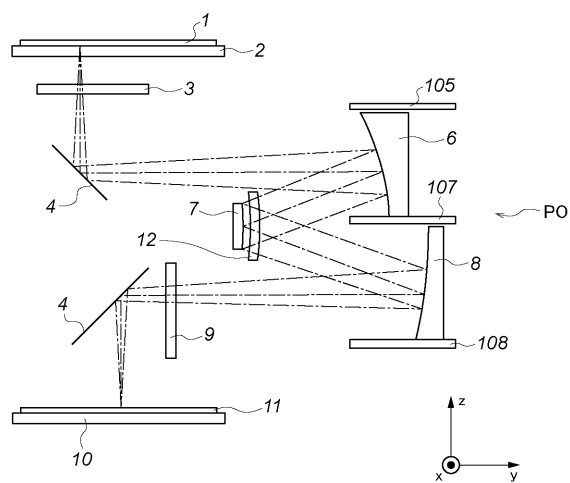
30

40

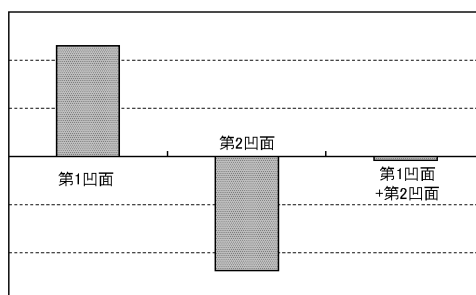
50

- 1 0 4 支持部材
- 1 0 5 上部部材
- 1 0 7 中段部材
- 1 0 8 下部部材
- 1 0 9 支持部材
- 1 1 0 支持部材
- 1 1 1 側部部材
- 1 1 5 下部支持体
- 1 2 0 棒体
- 2 0 5 支持部材

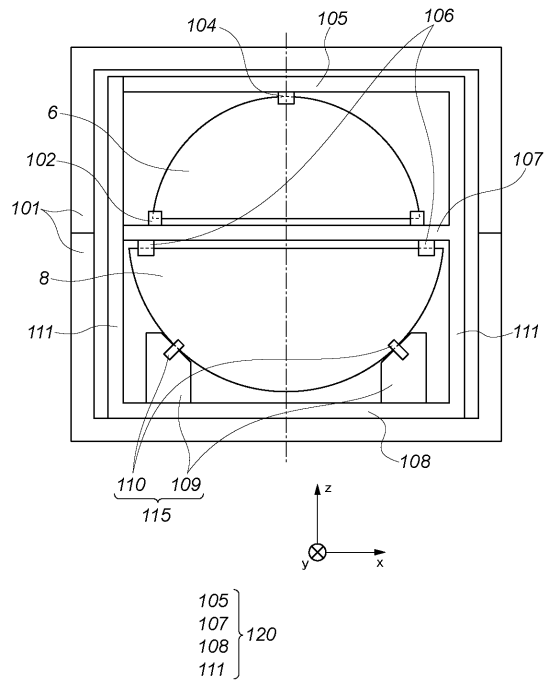
【図 1】



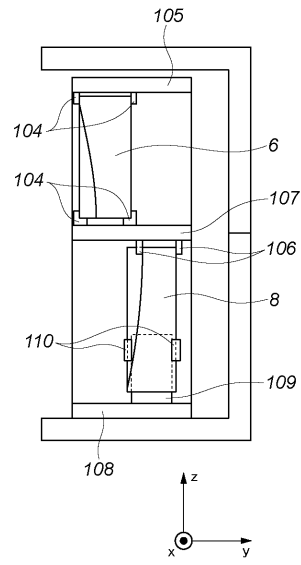
【図 2】



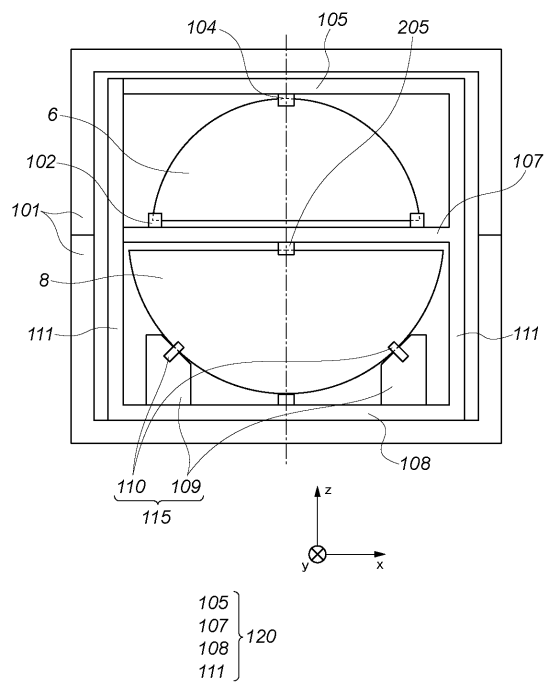
【図 3】



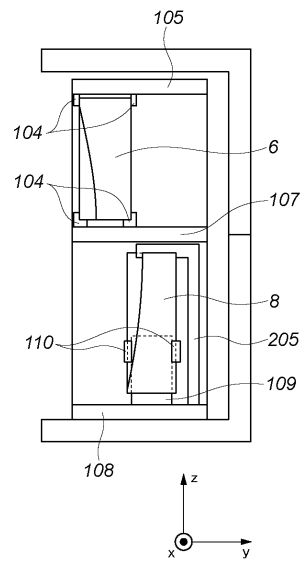
【図 4】



【図 5】

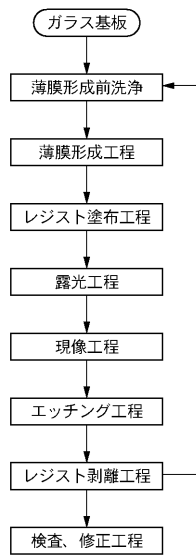


【図 6】





【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 大野 文靖  
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
- (72)発明者 宮 崎 恭一  
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 長井 真一

- (56)参考文献 特表2001-507873(JP,A)  
特開平09-246139(JP,A)  
特開2006-140366(JP,A)  
特開平09-146281(JP,A)  
特開2005-025199(JP,A)  
特開2006-128699(JP,A)  
特開昭60-038819(JP,A)  
特開2008-089832(JP,A)  
特開昭60-201316(JP,A)  
特開2006-078592(JP,A)  
特開2006-078631(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| H01L | 21/027 |
| G02B | 7/198  |