

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7114277号

(P7114277)

(45)発行日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(24)登録日 令和4年7月29日(2022.7.29)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 F 9/00 (2006.01)

G 0 3 F 9/00 H

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 5 2 1

G 0 2 B 5/20 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 5 0 1

G 0 2 B 5/04 (2006.01)

G 0 2 B 5/20

G 0 2 B 5/04 A

請求項の数 26 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-41198(P2018-41198)

(22)出願日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(65)公開番号 特開2019-158926(P2019-158926
A)

(43)公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

審査請求日 令和3年2月24日(2021.2.24)

(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 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74)代理人 100124442

弁理士 黒岩 創吾

(72)発明者 藤嶋 浩史

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 植木 隆和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン形成装置及び物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上にパターンを形成するパターン形成装置であって、

前記基板を保持する保持部と、

前記保持部の内部に設けられた光学系であって、前記保持部によって保持された基板に設けられたアライメントマークを前記基板の保持面側から検出するための第1光学系と、前記第1光学系を介して像面に形成された前記アライメントマークの像を検出する検出部と、前記基板上にパターンを形成するためのパターン形成光を照射する第2光学系と、を有し、前記第1光学系は、前記第2光学系から照射され前記第1光学系に入射された前記パターン形成光と、前記検出部から照射され前記第1光学系に入射された前記アライメントマークを検出するためのアライメントマーク検出光と、を分離する分離素子を含み、前記分離素子は、前記分離素子を通過した後に前記第1光学系の光学素子に入射する前記パターン形成光の光量を低減する、

ことを特徴とするパターン形成装置。

【請求項2】

前記分離素子は、前記パターン形成光と前記アライメントマーク検出光との波長分離を行う波長分離素子であることを特徴とする請求項1に記載のパターン形成装置。

【請求項3】

前記波長分離素子は、前記パターン形成光を吸収または反射し、前記アライメントマー

10

20

ク検出光を透過することを特徴とする請求項 2 に記載のパターン形成装置。

【請求項 4】

前記波長分離素子は、前記アライメントマーク検出光を透過するレンズに設けられた波長分離膜であることを特徴とする請求項 3 に記載のパターン形成装置。

【請求項 5】

前記波長分離膜が設けられたレンズは、波長 400 nm の光に対する屈折率が 1.80 以上の硝子材料から構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載のパターン形成装置。

【請求項 6】

前記波長分離素子は、前記アライメントマーク検出光を反射するプリズムに設けられた波長分離膜であることを特徴とする請求項 3 に記載のパターン形成装置。

10

【請求項 7】

前記波長分離膜が設けられたプリズムは、波長 400 nm の光に対する屈折率が 1.80 以上の硝子材料から構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載のパターン形成装置。

【請求項 8】

前記波長分離素子は、前記アライメントマーク検出光の光路中に配置された波長分離フィルタであることを特徴とする請求項 3 に記載のパターン形成装置。

【請求項 9】

前記波長分離素子は、前記パターン形成光を透過し、前記アライメントマーク検出光を反射するダイクロイックプリズムであることを特徴とする請求項 2 に記載のパターン形成装置。

20

【請求項 10】

前記波長分離素子は、前記基板を透過した前記パターン形成光を透過し、前記アライメントマーク検出光を反射するダイクロイックプリズムであることを特徴とする請求項 2 に記載のパターン形成装置。

【請求項 11】

前記パターン形成光は紫外光であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

【請求項 12】

前記紫外光は波長領域が 100 nm から 400 nm の近紫外光であることを特徴とする請求項 11 に記載のパターン形成装置。

30

【請求項 13】

前記アライメントマーク検出光は、波長領域が 800 nm から 1500 nm の近赤外光であることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

【請求項 14】

前記検出部は、前記アライメントマークの像を検出することで、前記アライメントマークの位置を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

【請求項 15】

前記検出部の検出視野と前記パターン形成光の照射領域とが重なることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

40

【請求項 16】

前記検出部は、前記第 2 光学系から前記第 2 光学系の光軸に垂直な方向に離れて配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

【請求項 17】

前記検出部は、前記アライメントマーク検出光を前記第 2 光学系の光軸に沿った方向に前記第 1 光学系に向けて照射することを特徴とする請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載のパターン形成装置。

【請求項 18】

前記第 1 光学系は、前記保持部に対する位置が固定されていることを特徴とする請求項

50

1乃至17のいずれか1項に記載のパターン形成装置。

【請求項19】

前記第1光学系は、前記保持部の内部に固定して設けられているリレー光学系であることを特徴とする請求項18に記載のパターン形成装置。

【請求項20】

移動可能なステージをさらに有し、

前記保持部は、前記ステージに対して着脱可能であることを特徴とする請求項1乃至19のいずれか1項に記載のパターン形成装置。

【請求項21】

前記分離素子は、前記第1光学系の光学素子に入射する前記パターン形成光の光量を低減することを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1項に記載のパターン形成装置。

10

【請求項22】

前記分離素子は、前記第1光学系の光軸に対して垂直な面に沿って配置されることを特徴とする請求項1乃至21のいずれか1項に記載のパターン形成装置。

【請求項23】

前記分離素子は前記第1光学系の光学素子よりも前記アライメントマーク検出光の光源に近い位置に配置されることを特徴とする請求項1乃至22のいずれか1項に記載のパターン形成装置。

【請求項24】

基板上にパターンを形成するパターン形成装置に用いられ、前記基板を保持する基板保持装置であって、

20

内部に設けられた光学系であって、前記基板に設けられたアライメントマークを前記基板の保持面側から検出するための第1光学系を有し、

前記第1光学系は、前記基板上にパターンを形成するためのパターン形成光を照射する第2光学系から照射され前記第1光学系に入射された前記パターン形成光と、前記第1光学系を介して像面に形成された前記アライメントマークの像を検出する検出部から照射され前記第1光学系に入射された前記アライメントマークを検出するためのアライメントマーク検出光と、を分離する分離素子を含み、

前記分離素子は、前記分離素子を通過した後に前記第1光学系の光学素子に入射する前記パターン形成光の光量を低減する、

30

ことを特徴とする基板保持装置。

【請求項25】

前記分離素子は、前記パターン形成光を吸収または反射し、前記アライメントマーク検出光を透過することを特徴とする請求項24に記載の基板保持装置。

【請求項26】

基板保持装置に保持された基板に設けられたアライメントマークを、前記基板保持装置の内部に設けられた第1光学系を介して像面に形成された前記アライメントマークの像を検出する検出部により前記基板の保持面側から検出することにより前記基板の位置合わせを行う位置合わせ工程と、

前記位置合わせが行われた基板に対してパターンを形成するパターン形成工程と、

40

前記パターンが形成された基板を加工することによって物品を製造する製造工程とを含む物品の製造方法であって、

前記位置合わせ工程において、前記基板上にパターンを形成するためのパターン形成光を照射する第2光学系から照射され前記第1光学系に入射された前記パターン形成光と、前記検出部から照射され前記第1光学系に入射された前記アライメントマークを検出するためのアライメントマーク検出光と、を分離する分離素子を通った前記アライメントマーク検出光を用いて、前記アライメントマークの検出を行い、

前記分離素子は、前記分離素子を通過した後に前記第1光学系の光学素子に入射する前記パターン形成光の光量を低減する、

ことを特徴とする物品の製造方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン形成装置及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ技術を用いて半導体素子や液晶表示素子等のデバイスを製造する際に、マスクのパターンを投影光学系によって基板に投影してパターンを転写する露光装置が使用されている。

【0003】

近年では、メモリやロジックなどのICチップだけではなく、貫通ビア工程を用いた積層デバイス、例えば、MEMSやCMOSイメージセンサなどの素子を製造するために露光装置が使用されている。

【0004】

また、露光装置では、シリコンウエハ等の基板の裏面側（チャックにより吸着される面側）に形成されたアライメントマークに基づいて、基板の表面側を露光する露光工程が行われる。露光工程は、例えば、基板の表面側から貫通ビアを形成し、基板の裏面側の回路と導通させるために必要となる。このように、基板の裏面側に形成されたアライメントマークの検出（以下、「裏面アライメント」と称する）が求められている。

【0005】

特許文献1は、裏面アライメントを実行するために、基板の裏面側にアライメントマーク検出用の光学系を配置したリソグラフィ装置を開示している。特許文献1には、基板ステージに設けられたアライメントマーク検出用の光学系を用いて、基板ステージ側からマークを観察し、マークの像を検出することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2002-280299号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1のように、基板ステージにアライメントマーク検出用の光学系を構成した場合には、アライメントマーク検出用の光学系の検出視野の位置によって、基板を露光するための露光光がアライメントマーク検出用の光学系に入射することがある。

【0008】

ここで、アライメントマーク検出用の光学系に含まれる光学部材に露光光が照射されると、光学部材の色つきや透過率の低下等の光学特性の変化が生じ得る。アライメントマーク検出用の光学系の光学特性が変化すると、アライメントマークを用いた位置合わせ制御に要する時間が増大し、デバイス製造の生産性の低下を招くおそれがある。また、アライメントマークの検出精度の低下に伴う位置合わせ精度の低下を招くおそれもある。

【0009】

そこで、本発明は、基板に設けられたアライメントマークを基板の吸着面側から検出するための光学系における光学特性の変化を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決する本発明の一側面としてのパターン形成装置は、基板上にパターンを形成するパターン形成装置であって、前記基板を保持する保持部と、前記保持部の内部に設けられた光学系であって、前記保持部によって保持された基板に設けられたアライメントマークを前記基板の保持面側から検出するための第1光学系と、前記第1光学系を介して像面に形成された前記アライメントマークの像を検出する検出部と、前記基板上にパタ

10

20

30

40

50

ーンを形成するためのパターン形成光を照射する第2光学系と、を有し、前記第1光学系は、前記第2光学系から照射され前記第1光学系に入射された前記パターン形成光と、前記検出部から照射され前記第1光学系に入射された前記アライメントマークを検出するためのアライメントマーク検出光とを分離する分離素子を含み、前記分離素子は、前記分離素子を通して後に前記第1光学系の光学素子に入射する前記パターン形成光の光量を低減する、ことを特徴とする。

【0011】

また、本発明における物品の製造方法は、保持された基板に設けられたアライメントマークを前記基板の保持面側から検出することにより前記基板の位置合わせを行う位置合わせ工程と、前記位置合わせが行われた基板に対してパターンを形成するパターン形成工程と、前記パターンが形成された基板を加工することによって物品を製造する製造工程とを含む物品の製造方法であって、前記位置合わせ工程において、前記基板上にパターンを形成するためのパターン形成光と前記アライメントマークを検出するためのアライメントマーク検出光を波長分離する波長分離素子を通った前記アライメントマーク検出光を用いて、前記アライメントマークの検出を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、基板に設けられたアライメントマークを基板の吸着面側から検出するための光学系における光学特性の変化を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】露光装置の概略図である。

【図2】基板と基板ステージの平面図である。

【図3】基板アライメント検出系の概略図である。

【図4】光学系100の構成を説明するための図である。

【図5】基板とチャックの配置関係を説明するための図である。

【図6】実施例1における光学系100の構成を示す図である。

【図7】実施例2における光学系100の構成を示す図である。

【図8】実施例3における光学系100の構成を示す図である。

【図9】実施例4における光学系100の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0015】

図1は、本実施形態の一側面としての露光装置200の構成を示す概略図である。露光装置200は、パターンを基板上に形成するリソグラフィ装置（パターン形成装置）の一例である。露光装置200は、マスク（レチクル）1を保持するマスクステージ2と、基板102を保持する基板ステージ4と、マスクステージ2に保持されたマスク1を照明する照明光学系5とを有する。また、露光装置200は、マスク1のパターンの像を基板ステージ4上に保持された基板102に投影する投影光学系（第2光学系）6と、露光装置200の全体の動作を統括的に制御する制御部（コンピュータ）17とを有する。

【0016】

露光装置200は、本実施形態では、マスク1と基板102とを走査方向に互いに同期走査しながら、マスク1のパターンを基板102に転写する走査型露光装置（スキャナー）である。但し、露光装置200は、マスク1を固定して、マスク1のパターンを基板102に投影する露光装置（ステッパ）であってもよい。

【0017】

以下では、投影光学系6の光軸と一致する方向（光軸方向）をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスク1及び基板102の走査方向をY軸方向、Z軸方向及びY軸方向に垂直な方向（非走査方向）をX軸方向とする。また、X軸周り、Y軸周り及びZ軸周りのそ

それぞれの回転方向を、 X 方向、 Y 方向及び Z 方向とする。

【 0 0 1 8 】

照明光学系 5 は、マスク 1、具体的には、マスク上の所定の照明領域を、均一な照度分布の光（露光光）で照明する。一般的な露光光として波長領域が 1 0 0 n m から 4 0 0 n m の近紫外光が用いられる。例えば、超高圧水銀ランプの g 線（波長約 4 3 6 n m ）や i 線（波長約 3 6 5 n m ）、K r F エキシマレーザ（波長約 2 4 8 n m ）、A r F エキシマレーザ（波長約 1 4 3 n m ）、F 2 レーザ（波長約 1 5 7 n m ）などが用いられる。また、より微細な半導体素子を製造するために、数 n m ～数百 n m の極端紫外光（E x t r e m e U l t r a V i o l e t : E U V 光）を露光光として用いてもよい。以下、露光光をパターン形成光とも称する。

10

【 0 0 1 9 】

マスクステージ 2 は、投影光学系 6 の光軸に垂直な平面内、即ち、X Y 平面内で 2 次元移動可能に、且つ、 Z 方向に回転可能に構成される。マスクステージ 2 は、リニアモータなどの駆動装置（不図示）によって 1 軸駆動又は 6 軸駆動される。

【 0 0 2 0 】

マスクステージ 2 には、ミラー 7 が配置されている。また、ミラー 7 に対向する位置には、レーザ干渉計 9 が配置されている。マスクステージ 2 の 2 次元方向の位置及び回転角はレーザ干渉計 9 によってリアルタイムで計測され、かかる計測結果は制御部 1 7 に出力される。制御部 1 7 は、レーザ干渉計 9 の計測結果に基づいてマスクステージ 2 の駆動装置を制御し、マスクステージ 2 に保持されたマスク 1 を位置決めする。

20

【 0 0 2 1 】

投影光学系 6 は、複数の光学素子を含み、マスク 1 のパターンを所定の投影倍率 で基板 1 0 2 に投影する。基板 1 0 2 には感光剤（レジスト）が塗布されており、マスク 1 のパターンの像が感光剤に投影されると、感光剤に潜像パターンが形成される。投影光学系 6 は、本実施形態では、投影倍率 として、例えば、1 / 4 又は 1 / 5 を有する縮小光学系である。

【 0 0 2 2 】

基板ステージ 4 は、基板を吸着して保持する基板保持装置としてのチャックを介して基板 1 0 2 を保持する Z ステージと、Z ステージを支持する X Y ステージと、X Y ステージを支持するベースとを含む。基板ステージ 4 は、リニアモータなどの駆動装置によって駆動される。基板を吸着して保持するチャックは、基板ステージ 4 に対して着脱可能に設けられている。

30

【 0 0 2 3 】

基板ステージ 4 には、ミラー 8 が配置されている。また、ミラー 8 に対向する位置には、レーザ干渉計 1 0 及び 1 2 が配置されている。基板ステージ 4 の X 軸方向、Y 軸方向及び Z 方向の位置はレーザ干渉計 1 0 によってリアルタイムで計測され、かかる計測結果は制御部 1 7 に出力される。同様に、基板ステージ 4 の Z 軸方向の位置、 X 方向及び Y 方向の位置はレーザ干渉計 1 2 によってリアルタイムに計測され、かかる計測結果は制御部 1 7 に出力される。制御部 1 7 は、レーザ干渉計 1 0 及び 1 2 の計測結果に基づいて基板ステージ 4 の駆動装置を制御し、基板ステージ 4 に保持された基板 1 0 2 を位置決めする。

40

【 0 0 2 4 】

マスクアライメント検出系 1 3 は、マスクステージ 2 の近傍に配置される。マスクアライメント検出系 1 3 は、投影光学系 6 を介して、マスクステージ 2 に保持されたマスク 1 の上のマスク基準マーク（不図示）と、基板ステージ 4 に配置されたステージ基準プレート 1 1 の上の基準マーク 3 9 とを検出する。

【 0 0 2 5 】

マスクアライメント検出系 1 3 は、基板 1 0 2 を実際に露光する際に用いられる光源と同一の光源を用いて、マスク 1 の上のマスク基準マークと、投影光学系 6 を介して基準マーク 3 9 とを照明する。また、マスクアライメント検出系 1 3 は、マスク基準マーク及び

50

基準マーク 39 からの反射光を撮像素子（例えば、CCD カメラなどの光電変換素子）で検出する。かかる撮像素子からの検出信号に基づいて、マスク 1 と基板 102 との位置合わせ（アライメント）が行われる。この際、マスク 1 の上のマスク基準マークとステージ基準プレート 11 の上の基準マーク 39 との位置及びフォーカスを合わせることで、マスク 1 と基板 102 との相対的な位置関係（X、Y、Z）を合わせることができる。

【0026】

マスクアライメント検出系 14 は、基板ステージ 4 に配置される。マスクアライメント検出系 14 は、透過型の検出系であって、基準マーク 39 が透過型のマークである場合に使用される。マスクアライメント検出系 14 は、基板 102 を実際に露光する際に用いられる光源と同一の光源を用いて、マスク 1 の上のマスク基準マーク及び基準マーク 39 を照明し、かかるマークからの透過光を光量センサで検出する。この際、基板ステージ 4 を X 軸方向（又は Y 軸方向）及び Z 軸方向に移動させながら、マスクアライメント検出系 14 は、基準マークを透過した透過光の光量を検出する。これにより、マスク 1 の上のマスク基準マークとステージ基準プレート 11 の上の基準マーク 39 との位置及びフォーカスを合わせることができる。このように、マスクアライメント検出系 13、或いは、マスクアライメント検出系 14 のどちらを用いても、マスク 1 と基板 102 との相対的な位置関係（X、Y、Z）を合わせることができる。

【0027】

ステージ基準プレート 11 は、その表面が基板 102 の表面とほぼ同じ高さになるように、基板ステージ 4 のコーナーに配置される。ステージ基準プレート 11 は、基板ステージ 4 の 1 つのコーナーに配置されていてもよいし、基板ステージ 4 の複数のコーナーに配置されていてもよい。

【0028】

ステージ基準プレート 11 は、図 2 に示すように、マスクアライメント検出系 13 又は 14 によって検出される基準マーク 39 と、基板アライメント検出系 16 によって検出される基準マーク 40 とを有する。図 2 は、ウエハ 3 およびウエハステージ 4 を Z 方向から見た平面図である。ステージ基準プレート 11 は、複数の基準マーク 39 や複数の基準マーク 40 を有していてもよい。また、基準マーク 39 と基準マーク 40 との位置関係（X 軸方向及び Y 軸方向）は、所定の位置関係に設定されている（即ち、既知である）。なお、基準マーク 39 と基準マーク 40 とは、共通のマークであってもよい。なお、図 2 に示すように、ウエハ 3 の各ショット領域の間のスクライプラインにアライメント用のマークが形成されている。

【0029】

フォーカス検出系 15 は、基板 102 の表面に光を投射する投射系と、基板 102 の表面で反射した光を受光する受光系とを含み、基板 102 の Z 軸方向の位置を検出して、かかる検出結果を制御部 17 に出力する。制御部 17 は、フォーカス検出系 15 の検出結果に基づいて基板ステージ 4 を駆動する駆動装置を制御し、基板ステージ 4 に保持された基板 102 の Z 軸方向の位置及び傾斜角を調整する。

【0030】

基板アライメント検出系 16 は、マークを照明する照明系、かかるマークからの光によりマークの像を形成する結像系などの光学系を含む。基板アライメント検出系 16 は、各種マーク、例えば、基板 102 に形成されたアライメントマークやステージ基準プレート 11 の上の基準マーク 40 を検出し、かかる検出結果を制御部 17 に出力する。制御部 17 は、基板アライメント検出系 16 の検出結果に基づいて基板ステージ 4 を駆動する駆動装置を制御し、基板ステージ 4 に保持された基板 102 の X 軸方向及び Y 軸方向の位置又は Z 方向の回転角度を調整する。

【0031】

また、基板アライメント検出系 16 は、基板アライメント検出系用のフォーカス検出系（AF 検出系）41 を含む。AF 検出系 41 は、フォーカス検出系 15 と同様に、基板 102 の表面に光を投射する投射系と、基板 102 の表面で反射した光を受光する受光系と

10

20

30

40

50

を含む。フォーカス検出系 15 は、投影光学系 6 のフォーカス合わせに用いるのに対して、AF 検出系 41 は、基板アライメント検出系 16 のフォーカス合わせに用いる。

【0032】

基板側のマークを検出する検出系の構成は、一般的には、オフアクシスアライメント(OA)検出系と、TTL(Through the Lens Alignment)検出系の2つに大別される。OA検出系は、投影光学系を介さずに、基板に形成されたアライメントマークを光学的に検出する。TTL検出系は、投影光学系を介して、露光光の波長とは異なる波長の光(非露光光)を用いて基板に形成されたアライメントマークを検出する。基板アライメント検出系 16 は、本実施形態では、OA検出系であるが、アライメントの検出方式を限定するものではない。例えば、基板アライメント検出系 16 が TTL 検出系である場合には、投影光学系 6 を介して、基板に形成されたアライメントマークを検出するが、基本的な構成は、OA検出系と同様である。

10

【0033】

図3を参照して、基板アライメント検出系 16 について詳細に説明する。図3は、基板アライメント検出系 16 の具体的な構成を示す概略図である。基板アライメント検出系 16 は、各種マークを検出する検出部として機能する。例えば、基板アライメント検出系 16 は、基板 102 の表面に形成されたアライメントマーク(第1マーク)を検出し、基板 102 の裏面に形成されたアライメントマーク(第2マーク)も検出する。ここで、基板の裏面とは、基板を吸着して保持するチャックにより吸着される基板の吸着面側の面であり、基板の表面は基板の吸着面とは反対側の面であって、パターン形成用の感光剤が塗布される面である。また、後述のように、基板アライメント検出系 16 は、チャックに形成された基準マークを検出する。説明を簡単にするために、図3では、図2に示す基板 102 の表面側に形成されたアライメントマーク(以下、「表面側マーク」とする)19を基板アライメント検出系 16 が検出する場合を例に説明する。また、基板 102 は、Siウエハであるものとする。

20

【0034】

光源 20 は、基板 102 を透過しない波長の光として可視光(例えば、波長領域 400 nm ~ 800 nm の光)、及び、基板 102 を透過する波長の光として赤外光(例えば、波長領域 800 nm ~ 1500 nm の光)を射出する。光源 20 からの光は、第1リレー光学系 21、波長フィルタ板 22 及び第2リレー光学系 23 を通過して、基板アライメント検出系 16 の瞳面(物体面に対する光学的なフーリエ変換面)に位置する開口絞り 24 に到達する。

30

【0035】

波長フィルタ板 22 には、透過させる光の波長帯域が互いに異なる複数のフィルタが配置され、制御部 17 の制御下において、複数のフィルタから1つのフィルタが選択されて基板アライメント検出系 16 の光路に配置される。本実施形態では、可視光を透過する可視光用のフィルタ及び赤外光を透過する赤外光用のフィルタが波長フィルタ板 22 に配置され、これらのフィルタを切り替えることで、可視光及び赤外光のいずれか一方の光でマークを照明する。なお、波長フィルタ板 22 は、新たなフィルタを追加することが可能な構成を有する。

40

【0036】

開口絞り 24 として、互いに照明(開口径)が異なる複数の開口絞りが配置され、制御部 17 の制御下において、基板アライメント検出系 16 の光路に配置する開口絞りを切り替えることで、マークを照明する光の照明を変更することができる。なお、開口絞り 24 として、新たな開口絞りを追加することが可能な構成を有する。

【0037】

開口絞り 24 に到達した光は、第1照明系 25 及び第2照明系 27 を介して、偏光ビームスプリッター 28 に導かれる。偏光ビームスプリッター 28 に導かれた光のうち紙面に垂直なS偏光は、偏光ビームスプリッター 28 で反射され、NA絞り 26 及び / 4 板 29 を透過して円偏光に変換される。 / 4 板 29 を透過した光は、対物レンズ 30 を通過

50

して、基板 102 に形成された表面側マーク 19 を照明する。なお、NA 絞り 26 は、制御部 17 の制御下において、絞り量を変えることで NA を変更することができる。

【0038】

表面側マーク 19 からの反射光、回折光及び散乱光は、対物レンズ 30 を通過し、4 板 29 を透過して紙面に平行な P 偏光に変換され、NA 絞り 26 を介して、偏光ビームスプリッター 28 を透過する。偏光ビームスプリッター 28 を透過した光は、リレーレンズ 31、第 1 結像系 32、コマ収差調整用光学部材 35 及び第 2 結像系 33 を介して、光電変換素子（例えば、CCD などのセンサ）34 の上に表面側マーク 19 の像を形成する。光電変換素子 34 は、表面側マーク 19 の像を撮像（検出）して検出信号を取得する。また、光電変換素子 34 の上に基板の裏面に形成されたアライメントマークの像が形成される場合には、光電変換素子 34 は、かかるアライメントマークの像を撮像して検出信号を取得する。

10

【0039】

基板アライメント検出系 16 が基板 102 に形成された表面側マーク 19 を検出する場合、表面側マーク 19 の上には、レジスト（透明層）が塗布（形成）されているため、単色光又は狭い波長帯域の光では干渉縞が発生してしまう。従って、光電変換素子 34 からの検出信号に干渉縞の信号が加算され、表面側マーク 19 を高精度に検出することができなくなる。そこで、一般的には、広帯域の波長の光を射出する光源を光源 20 として用いて、光電変換素子 34 からの検出信号に干渉縞の信号が加算されることを低減している。

【0040】

20

処理部 45 は、光電変換素子 34 で撮像されたマークの像に基づいてマークの位置を求める処理を行う。但し、処理部 45 の機能は、制御部 17 又は外部の制御装置が有していてもよい。

【0041】

以上、基板のアライメントマークの検出方法として、基板の表面側からマークを照明して検出する例を説明した。以下、基板の裏面側からマークを照明して検出する構成について説明する。

【0042】

図 4 は、チャック 101 側からアライメントマーク 103 を検出するための光学系（第 1 光学系）100 を示している。図 4 は、光学系 100 を含む構成の断面図である。光学系 100 は、基板 102 を吸着して保持するチャック 101（保持部）の内部で位置が固定されており、チャック 101 と一体的に構成されている。アライメントマーク 103 は、基板 102 の裏面に設けられたり、基板 102 の表面と裏面の間に設けられる。

30

【0043】

光学系 100 は、基板アライメント検出系 16 からの照明光（以下、アライメントマーク検出光と称する）を透過または反射するレンズ 104、107、ミラー 105、106、及び鏡筒等で構成されている。光学系 100 は、アライメントマーク検出光を用いて基板 102 のアライメントマーク 103 を照明し、基板 102 から離れた位置にある像面にアライメントマーク 103 の像を形成するリレー（結像）光学系である。

【0044】

40

基板アライメント検出系 16 は、像面に形成されたアライメントマーク 103 の像を検出し、アライメントマーク 103 の位置を求める。なお、像面の Z 方向高さは、設計で任意に変更することができる。そのため、基板の厚みとマーク位置によって変化する像面の高さの範囲がステージ 4 の Z 方向駆動範囲内に収まるように設定できる。

【0045】

アライメントマーク検出光の光源や光電変換素子は基板アライメント検出系 16 に設けられ、光学系 100 にはリレー光学系を構成することによって、チャック 101 の熱変形を抑え、軽量化を図っている。アライメントマーク検出光の波長は、800 nm 以上 1500 nm 以下の近赤外光の波長とするのが望ましい。この波長領域の光はシリコンを透過する。

50

【 0 0 4 6 】

なお、基板 1 0 2 におけるアライメントマーク 1 0 3 の位置、つまり、チャック 1 0 1 による基板 1 0 2 の吸着面からアライメントマーク 1 0 3 までの距離が変わると、像面の位置が変わる。そのため、吸着面からアライメントマーク 1 0 3 までの距離に応じて、基板アライメント検出系 1 6 で検出できる焦点深度内に像面が入るように、ステージ 4 を Z 方向へ移動させる。

【 0 0 4 7 】

本発明例では、マークの位置計測精度と光学系の大きさを考慮し、光学系 1 0 0 による検出（観察）視野は 1 mm 程度であり、光学系 1 0 0 の倍率は 1 倍である。位置計測精度は 5 0 0 nm 程度である。例えば、光学系 1 0 0 を倍率縮小系にすると、観察視野は拡大するが計測精度が悪化する。また、光学系 1 0 0 のレンズ径をさらに大きくすると観察視野は拡大するが、チャック 1 0 1 内のスペースの制約がある。

10

【 0 0 4 8 】

図 5 に、チャック 1 0 1 を Z 方向からみた上面図を示す。なお、図 5 は、チャック 1 0 1 が基板 1 0 2 を吸着している状態を示す。チャック 1 0 1 には、点線で示す光学系 1 0 0 の他に、光学系 1 0 0 に対して X 方向にずれた位置に光学系 1 0 0 ' が設けられている。光学系 1 0 0 ' は光学系 1 0 0 の構成と同じである。

【 0 0 4 9 】

図 4 に示す光学系 1 0 0 は、図 5 の断面 Y - Y ' における断面図を示している。光学系 1 0 0 は、その観察視野（検出視野）1 6 4 内でアライメントマーク 1 0 3 を照明して、像面 1 6 3 にアライメントマーク 1 0 3 の像を形成する。また、基板 1 0 2 には、アライメントマーク 1 0 3 の他に、アライメントマーク 1 0 3 に対して X 方向にずれた位置にアライメントマーク 1 0 3 ' が設けられている。光学系 1 0 0 ' は、その観察視野 1 6 4 ' 内でアライメントマーク 1 0 3 ' を照明して、像面 1 6 3 ' にアライメントマーク 1 0 3 ' の像を形成する。これにより、光学系 1 0 0 と光学系 1 0 0 ' を用いて、基板 1 0 2 の X、Y 方向の位置、および、基板の中心位置に対する Z 軸回りの回転角度（回転位置）を計測することができる。

20

【 0 0 5 0 】

光学系 1 0 0、1 0 0 ' の観察視野 1 6 4、1 6 4 ' は、チャック 1 0 1 がずれずに基板ステージ 4 に配置されたときに、Y 方向の位置が同じになるように配置されている。光学系 1 0 0 と光学系 1 0 0 ' の構成（光路長）を同じにしているため、像面 1 6 3、1 6 3 ' も、チャック 1 0 1 がずれずに基板ステージ 4 に配置されたときに Y 方向の位置が同じになるように配置されている。

30

【 0 0 5 1 】

チャック 1 0 1 は、基板ステージ 4 に対して着脱可能に設けられている。吸着すべき基板に応じて、又は、メンテナンスのために、チャック 1 0 1 が別のチャックへ交換される。光学系 1 0 0 の観察視野の像高（X、Y 方向の位置）がチャック 1 0 1 に対して固定である。そのため、チャック 1 0 1 に吸着される基板 1 0 2 のショットレイアウトやアライメントマークの位置が変更になった場合、光学系 1 0 0 でアライメントマークを検出できない場合がある。

40

【 0 0 5 2 】

その場合、チャックを取り外し、チャックに対して光学系 1 0 0 の観察視野の位置が異なる新たなチャックへ交換する。つまり、チャック 1 0 1 に吸着される基板 1 0 2 のショットレイアウトやアライメントマークの位置に応じてチャックを交換し、光学系 1 0 0 の観察視野の像高を変更する。また、光学系 1 0 0 の汚損や損傷した時に光学系 1 0 0 が設けられたチャック 1 0 1 ごと容易に交換することができる。

【 0 0 5 3 】

露光装置 2 0 0 は、チャック 1 0 1 を搬入又は搬出するチャック交換機構（不図示）を有する。チャックを搬出する時は、基板ステージ 4 上で真空吸着されているチャックの吸着力を OFF にした後、チャック交換機構でチャックを持ち上げて、基板ステージ 4 から

50

移動させる。また、チャックを搬入する時は、チャック交換機構で基板ステージ４上に移動させて、基板ステージ４上に突き出ている２本以上の位置決めピンにチャック側の位置決め穴を差し込んで、位置決めを行う。その後、チャックの吸着力をONにすることでチャックを基板ステージ４上に固定する。

【００５４】

なお、この際に、位置決めピンに対して、チャック側の位置決め穴を大きくしてすき間ができるようにしておくことで、チャック側の位置決め穴に基板ステージ４側の位置決めピンをはめ込むことが容易にできる。ただし、すき間を大きく取り過ぎると、基板ステージ４上においてチャックの位置決め誤差が大きくなり、例えば、チャックが大きく回転するなどして、光学系１００の観察視野が所定の位置からずれてしまう。光学系１００の観察視野が所定の位置からずれてしまうと、チャック１０１上に基板１０２を予め決められた位置に配置したとき、基板１０２のアライメントマーク１０３を検出することができないおそれがある。

10

【００５５】

そこで、本実施例では、図５に示すように、光学系１００の検出視野の位置を測定するための基準マーク４０１、４０１'がチャック１０１上の所定の位置に固定して設けられている。基準マーク４０１は、チャック１０１上に固定されたマーク板４１０に設けられている。また、基準マーク４０１'は、チャック１０１上に固定されたマーク板４１０'に設けられている。基準マークは、X、Y方向の位置を測定するために、２次元的に特徴をもったマークが好ましい。例えば、田の字や、+の字のようなX、Y両方向に幅を持ったマーク等である。

20

【００５６】

基準マーク４０１と基準マーク４０１'の各位置は、チャック１０１の回転角度をより高い精度で算出するために、チャック（基板配置領域）の中心位置（図５の１点鎖線の交点）からできるだけ離れた位置に設けるのがよい。図５では、チャック１０１のX方向の最外の縁付近に基準マーク４０１と基準マーク４０１'を配置した例を示している。また、基準マーク４０１、４０１'は、チャック１０１がずれずに基板ステージ４に配置されたときに、Y方向の位置が同じになるように配置されていてもよい。

【００５７】

続いて本発明の課題について詳しく説明する。図５に示したように、一般にアライメントマーク１０３の像面１６３は、基板１０２のエッジ付近に設定されるため、基板１０２の周辺領域のパターンを形成するときにおける露光光は光学系１００に入射しやすい。アライメントマーク１０３の像面１６３を基板１０２のエッジから大きく離して設定することも考えられるが、この場合、光学系１００が大型化してしまう。

30

【００５８】

光学系１００が大型化すると、基板１０２を保持するチャック１０１や基板ステージ４の大型化を招くため、光学系１００はできる限り小型のものであることが好ましい。

【００５９】

露光光が光学系１００に入射したときに発生し得る課題について説明する。露光光としては、i線（波長約365nm）やKrFエキシマレーザ（波長約248nm）、ArFエキシマレーザ（波長約193nm）等が用いられている。このような波長領域の光が光学系１００に入射すると、光学系１００に含まれるレンズやプリズム等の光学部材のソラリゼーションや透過率の低下等を招くおそれがある。

40

【００６０】

アライメントマーク検出用の光学系１００の光学特性が変化すると、アライメントマークを用いた位置合わせ制御に要する時間が増大し、デバイス製造の生産性の低下を招くおそれがある。また、アライメントマークの検出精度の低下に伴う位置合わせ精度の低下を招くおそれもある。

【００６１】

そこで、本発明では、光学系１００に含まれ、光学特性が変化し得る光学部材に入射す

50

る露光光の光量を大幅に低減させるために、露光光とアライメントマーク検出光とを波長分離する波長分離素子を光学系 100 に設けている。なお、屈折率の高い硝材は、一般的にソラリゼーション等の光学特性の変化を起こしやすいことが知られている。一方、光学系 100 の大型化を抑制するためには、屈折率の高い硝材を用いた光学部材を用いることが好ましい。

【0062】

一般に、波長 400 nm の光に対する屈折率が 1.80 以上の硝材は、露光光である近紫外光に対する耐性が低く、ソラリゼーション等の光学特性の変化を起こしやすい。そこで下記各実施例において、波長 400 nm の光に対する屈折率が 1.80 以上の硝材（硝子材料）を用いた光学部材を露光光から保護するために、ダイクロイックプリズム等の波長分離素子を光学系 100 に配置している。

10

【0063】

以上説明したように、本発明では、光学系 100 の大型化を抑制するために屈折率の高い硝材を用いた光学部材を用いつつ、屈折率の高い硝材を用いた光学部材に対する露光光の照射量を低減させるための波長分離素子を光学系 100 に設けている。以下、本発明における各実施例の構成について詳細に説明する。

【0064】

（実施例 1）

図 6 は、実施例 1 における光学系 100 の構成を示す図である。図 4 と同一の部材については図 4 と同一の番号を付している。図 6 は基板 102 の周辺領域にパターンを形成するときにおける露光光の照射領域 202 とアライメントマーク検出光の照射領域 201 の関係を表している。露光光の照射領域 202 とアライメントマーク検出光の照射領域 201 が重なることは、光学系 100 に対して露光光が入射し得ることを示している。

20

【0065】

実施例 1 では、露光光を吸収または反射し、アライメントマーク検出光を透過する光学特性を有する波長分離素子としてのダイクロイック膜（波長分離膜）をレンズ 107' に蒸着させている。これにより、レンズ 107' に入射される露光光の光量を大幅に低減することができる。このような構成は、ソラリゼーション等の光学特性の変化を起こしやすい材料である、波長 400 nm の光に対する屈折率が 1.80 以上の硝材（硝子材料）を用いてレンズ 107' が構成される場合に特に効果的である。

30

【0066】

また本実施例の構成を採用することにより、レンズ 107' 以外の光学素子に対する露光光の入射量を大幅に低減することができる。レンズ 107' の少なくとも一部の領域にダイクロイック膜を蒸着させれば本発明の効果を得ることができるが、レンズ 107' 全面にダイクロイック膜を設けることが好ましい。

【0067】

さらに、実施例 1 においては、基板 102 が配置されていない状態でチャック 101 に露光光が照射される場合を考慮して、レンズ 104' にダイクロイック膜を設けている。ダイクロイック膜は、露光光を吸収または反射し、アライメントマーク検出光を透過する光学特性を有する。これにより、レンズ 104' とレンズ 107' の間に配置されたレンズ等の光学部材を露光光から保護することができる。

40

【0068】

ダイクロイック膜をレンズに蒸着させる方法以外にも、露光光を吸収または反射し、アライメントマーク検出光を透過する光学特性を有するダイクロイックフィルター（波長分離フィルタ）を光学系 100 の光路中に配置しても良い。さらに、ダイクロイック膜を蒸着させたレンズを複数配置することで、波長分離効果を向上させることも可能である。

【0069】

また、露光光が偏光特性を有する場合には、偏光板や偏光フィルタ 301 を光学系 100 の光路中に配置することで、光学特性が変化し得る光学部材に入射する露光光の照射量を大幅に低減させることができる。露光光が偏光特性を有しない場合は、偏光フィルタ 3

50

01を設けなくてもよい。

【0070】

(実施例2)

図7は、実施例2における光学系100の構成を示す図である。図6と同一の部材については図6と同一の番号を付している。

【0071】

実施例2の光学系100は、実施例1の光学系100における反射ミラー106を、露光光を透過し、アライメントマーク検出光を反射するダイクロイックプリズム401に置き換えたものである。ダイクロイックプリズム401の面401aにおいて、露光光は透過され、アライメントマーク検出光は反射される。これにより、ダイクロイックプリズム401からアライメントマーク103に至るまでの光路中に配置された光学部材に入射する露光光の照射量を大幅に低減させることができる。

10

【0072】

(実施例3)

図8は、実施例3における光学系100の構成を示す図である。図6と同一の部材については図6と同一の番号を付している。

【0073】

実施例3の光学系100においては、露光光を吸収または反射し、アライメントマーク検出光を透過する光学特性を有する光学膜を設けたプリズム501、502が配置されている。プリズム501には、光学膜501aが設けられている。光学膜501aにより露光光を吸収または反射することで、プリズム501への露光光の入射量を低減することができる。このような構成は、ソラリゼーション等の光学特性の変化を起こしやすい材料である、波長400nmの光に対する屈折率が1.80以上の硝材(硝子材料)を用いてプリズム501が構成される場合に、特に効果的である。

20

【0074】

プリズム502には、光学膜502aが設けられている。光学膜502aにより露光光を吸収または反射することで、プリズム502への露光光の入射量を低減することができる。チャック101上に基板102が配置されていない状態で露光光の照射が行われる場合には、露光光がプリズム502に入射することが考えられる。このような場合であっても、光学膜502aを設けることでプリズム502への露光光の入射量を低減することができる。

30

【0075】

(実施例4)

図9は、実施例4における光学系100の構成を示す図である。図8と同一の部材については図8と同一の番号を付している。実施例4は、実施例3におけるプリズム502をダイクロイックプリズム601に変更したものである。図9は基板102'の中央領域にパターンを形成するときにおける露光光の照射領域202を表しており、露光光の照射領域202にアライメントマーク103が位置している。

【0076】

本実施例では、基板102'の材質がガラス等の露光光を透過するものであることを想定している。このとき、基板102'を透過した露光光の光学系100への入射量が大きくなるため、本実施例では、アライメントマーク検出光を反射し、基板102'を透過した露光光を透過するダイクロイックプリズム601を配置している。面601aにおいて、アライメントマーク検出光は反射され、露光光は透過する。

40

【0077】

基板102'を透過した露光光をダイクロイックプリズム601により透過させることで、基板102'を透過した露光光が光学系100に含まれる光学部材で反射されて基板102'上のレジストを感光してしまうリスクを低減することができる。

【0078】

(その他の変形例)

50

基板は基板 102 に限定されることなく、基板の裏面、つまり、チャック 101 による基板 102 の吸着面 312 に対向する表面にアライメントマークが形成されていてもよい。なお、その場合には、光学系 100 によりアライメントマークを照明する光はシリコン等の基板を透過する必要が無いので、赤外波長でなくとも良い。

【0079】

また、チャック 101 が適用される装置は露光装置に限定されるものではなく、描画装置やインプリント装置などのリソグラフィ装置にも適用することができる。ここで、描画装置は、荷電粒子線（電子線やイオンビームなど）で基板を描画するリソグラフィ装置であり、インプリント装置は、基板上のインプリント材（樹脂など）をモールドにより成形してパターンを基板に形成するリソグラフィ装置である。また、基板は、Siウエハに限定されるものではなく、SiC（シリコンカーバイド）、サファイア、ドーパントSi、ガラス基板などであってもよい。

10

【0080】

（物品の製造方法）

次に、前述のリソグラフィ装置を利用した物品（半導体IC素子、液晶表示素子等）の製造方法を説明する。リソグラフィ装置として、各実施例として説明した光学系 100 を含むリソグラフィ装置が用いられる。

【0081】

物品の製造方法としては、まずはじめに保持された基板に設けられたアライメントマークを基板の保持面側から検出することにより基板の位置合わせを行う位置合わせ工程が行われる。さらに、位置合わせが行われた基板に対してパターンを形成するパターン形成工程と、パターンが形成された基板を加工（現像、エッチングなど）する工程が行われる。

20

【0082】

本物品の製造方法は、従来に比べて、物品の性能、品質、生産性及び生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。または、前述のリソグラフィ装置は、高いスループットで経済性よく高品位なデバイス（半導体集積回路素子、液晶表示素子等）などの物品を提供することができる。

【0083】

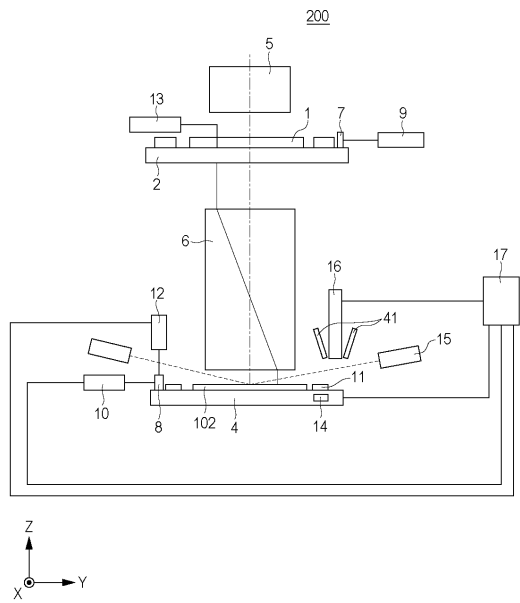
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

30

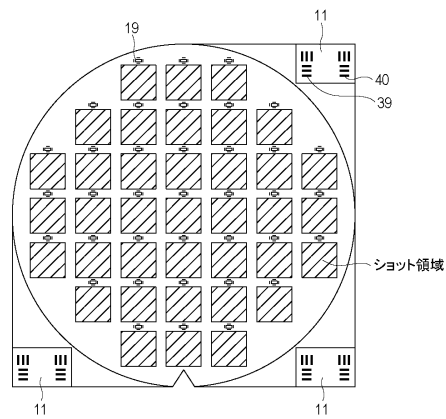
40

50

【図面】
【図 1】



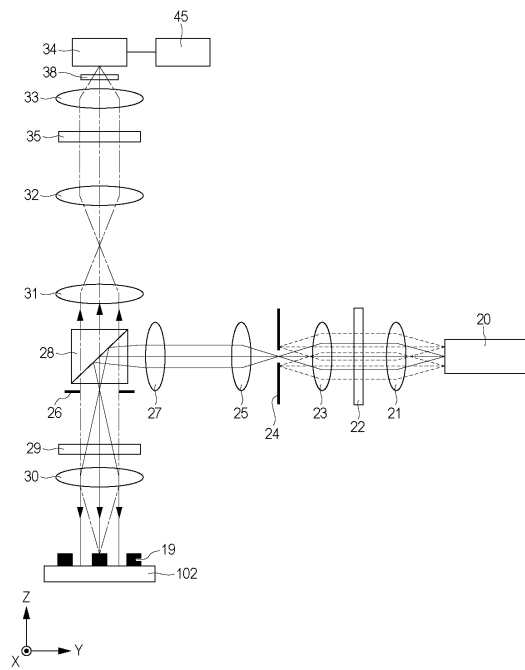
【図 2】



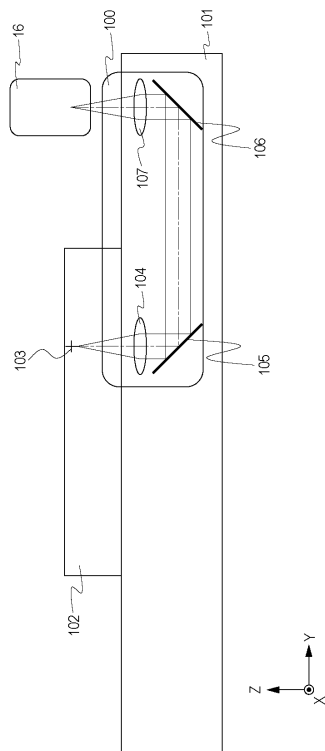
10

20

【図 3】



【図 4】

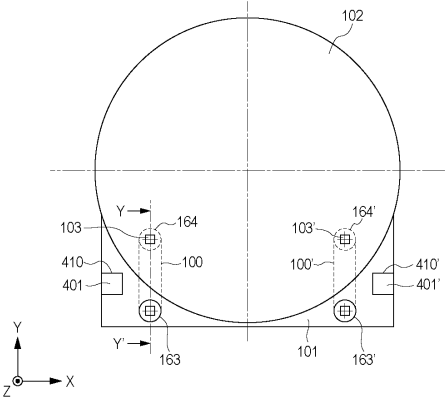


30

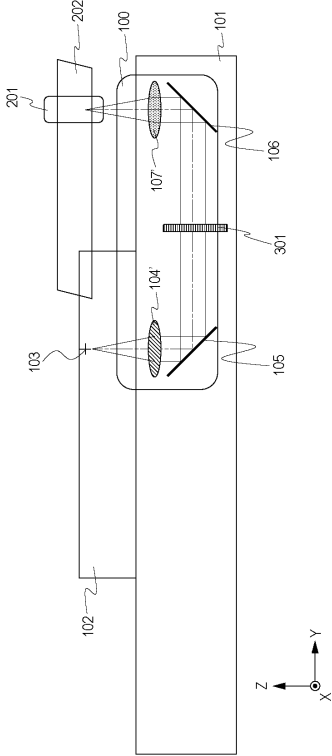
40

50

【図 5】



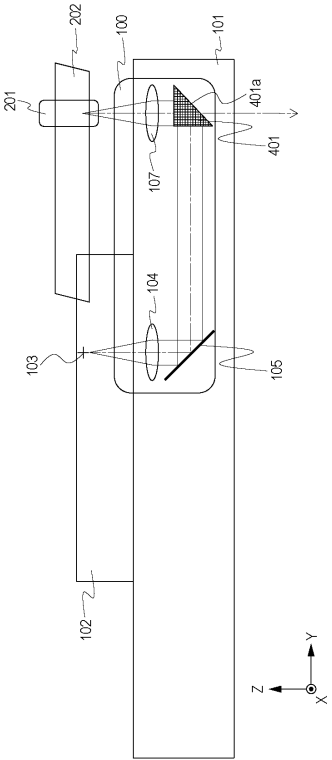
【図 6】



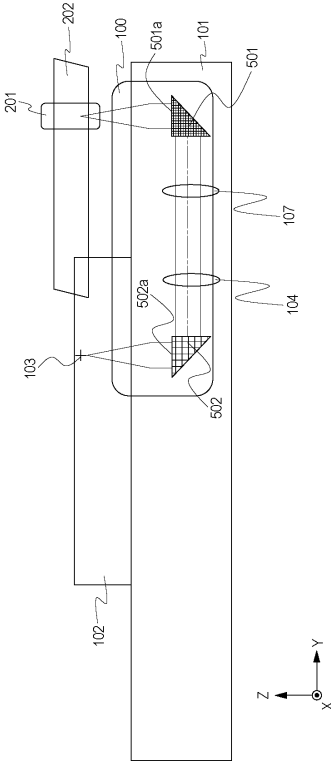
10

20

【図 7】



【図 8】

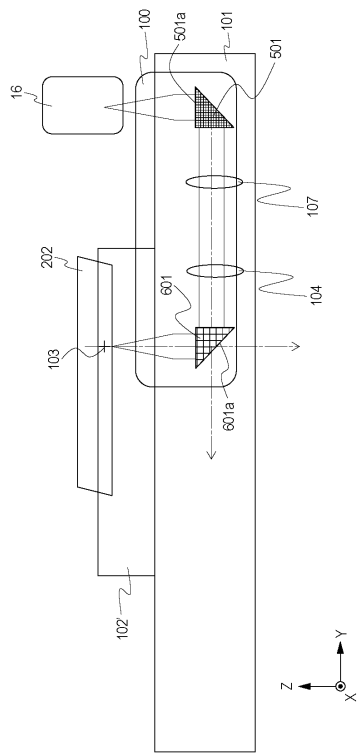


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B

5/04

D

(56)参考文献

特開昭 6 2 - 2 6 2 4 2 6 (J P , A)

特開昭 6 3 - 2 3 7 5 2 1 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 2 5 5 9 8 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 3 5 6 4 8 8 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 2 8 0 2 9 9 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 3 3 1 9 8 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 2 1 5 4 8 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 0 2 7

G 0 3 F 9 / 0 0

H 0 1 L 2 1 / 6 8