

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6470528号  
(P6470528)

(45) 発行日 平成31年2月13日 (2019. 2. 13)

(24) 登録日 平成31年1月25日 (2019. 1. 25)

(51) Int. Cl.

G03F 9/00 (2006.01)

F I

G03F 9/00

H

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-181599 (P2014-181599)  
 (22) 出願日 平成26年9月5日 (2014. 9. 5)  
 (65) 公開番号 特開2016-58452 (P2016-58452A)  
 (43) 公開日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)  
 審査請求日 平成29年8月28日 (2017. 8. 28)

(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】 検出装置、計測装置、露光装置、物品の製造方法、および計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影光学系を介して配置された、原版または原版基準部材上の原版マークと基板または基板基準部材上の基板マークとを検出する検出装置であって、

第 1 マークと第 2 マークとが形成された検出基準部材を含み、前記原版または原版基準部材の遮光領域上に前記第 1 マークを結像し、且つ前記原版または原版基準部材と前記投影光学系とを介して前記基板または基板基準部材上に前記第 2 マークを結像する光学系と

前記原版マーク、前記基板マーク、前記光学系により前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に結像された前記第 1 マーク、および、前記光学系により前記基板または基板基準部材上に結像された前記第 2 マークを撮像する撮像部と、

を含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記光学系は、第 1 光を用いて前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に前記第 1 マークを結像し、前記第 1 光とは波長の異なる第 2 光を用いて前記基板または基板基準部材上に前記第 2 マークを結像することを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記光学系は、第 1 光を用いて前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に前記第 1 マークを結像し、前記第 1 光とは強度の異なる第 2 光を用いて前記基板または基板基準部材上に前記第 2 マークを結像することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検出装置。

10

20

## 【請求項 4】

前記第 1 光を射出する第 1 光源と、前記第 2 光を射出する第 2 光源とを含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の検出装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 マークは、前記光学系によって前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に結像され、前記基板または基板基準部材上には結像されないことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

## 【請求項 6】

前記第 2 マークは、前記原版または原版基準部材の光透過領域と前記投影光学系とを介して、前記基板または基板基準部材上に結像されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

10

## 【請求項 7】

前記撮像部で得られる画像において前記第 1 マークの像と前記第 2 マークの像とが互いに異なる位置に配置されるように、前記光学系によって前記第 1 マークおよび前記第 2 マークがそれぞれ結像されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 マークの像を形成するための光のテレセントリシティを調整する第 1 調整部および前記第 2 マークの像を形成するための光のテレセントリシティを調整する第 2 調整部のうち少なくとも一方を更に含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

20

## 【請求項 9】

前記第 2 マークは、前記基板マークと位置合わせされている場合、前記第 2 マークの像の重心と前記基板マークの像の重心とが一致しつつ、前記第 2 マークの像と前記基板マークの像とが重なり合わないように、前記検出基準部材に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

## 【請求項 10】

前記撮像部は、前記原版マーク、前記基板マーク、前記光学系により前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に結像された前記第 1 マーク、および、前記光学系により前記基板または基板基準部材上に結像された前記第 2 マークを並行して撮像することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置。

30

## 【請求項 11】

原版または原版基準部材上の原版マークと基板または基板基準部材上の基板マークとの相対位置を計測する計測装置であって、

請求項 1 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の検出装置と、

前記検出装置の撮像部で得られた画像における前記原版マークの像と前記基板マークの像との相対位置、および、前記画像における前記第 1 マークの像と前記第 2 マークの像との相対位置に基づいて、前記原版マークと前記基板マークとの相対位置を求める制御部と

、

を含むことを特徴とする計測装置。

40

## 【請求項 12】

前記制御部は、前記原版マークの像と前記基板マークの像との相対位置を、前記第 1 マークの像と前記第 2 マークの像との相対位置の変化量で補正することにより、前記原版マークと前記基板マークとの相対位置を求めることを特徴とする請求項 11 に記載の計測装置。

## 【請求項 13】

前記制御部は、前記第 1 マークの像と前記第 2 マークの像との初期の相対位置の情報を予め記憶することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の計測装置。

## 【請求項 14】

原版を介して基板を露光する露光装置であって、

50

前記原版からの光を前記基板上に投影する投影光学系と、  
前記原版または原版基準部材上の原版マークと前記基板または基板基準部材上の基板マークとの相対位置を計測する請求項 1 乃至 13 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置と、  
を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、  
前記工程で露光された前記基板を現像する工程と、を含み、  
現像された前記基板から物品を製造することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、原版と基板との位置合わせに係るマークを検出する検出装置、計測装置、露光装置、物品の製造方法、および計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスなどの製造工程（リソグラフィ工程）で用いられる装置の 1 つとして、マスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写する露光装置がある。露光装置では、基板に形成された複数のショット領域の各々にマスクのパターンを高い重ね合わせ精度で転写することができるように、マスクと基板とを精度よく位置合わせすることが求められている。特許文献 1 には、基板上に設けられたマークの位置を TTL (Through The Lens) 方式を用いて検出し、その検出結果に基づいてマスクと基板とを位置合わせする方法が提案されている。TTL 方式とは、マスクと投影光学系とを介して基板上のマークを検出する方式のことである。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 63 - 32303 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

基板上の複数のマークを TTL 方式によって検出し、基板に形成された複数のショット領域の配列情報を求めている間、例えば投影光学系の内部における温度の変化や光学部品の振動などにより、投影光学系の状態が変動しうる。この場合、基板上の複数のマークをそれぞれ検出するときの投影光学系の状態が互いに異なってしまうため、ショット領域の配列情報を精度よく求めることができず、基板の露光時においてマスクと基板とを精度よく位置合わせすることが困難になりうる。

【0005】

そこで、本発明は、重ね合わせ精度の点で有利な技術を提供することを例示的目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての検出装置は、投影光学系を介して配置された、原版または原版基準部材上の原版マークと基板または基板基準部材上の基板マークとを検出する検出装置であって、第 1 マークと第 2 マークとが形成された検出基準部材を含み、前記原版または原版基準部材の遮光領域上に前記第 1 マークを結像し、且つ前記原版または原版基準部材と前記投影光学系とを介して前記基板または基板基準部材上に前記第 2 マークを結像する光学系と、前記原版マーク、前記基板マーク、前記光学系により前記原版または原版基準部材の前記遮光領域上に結像された前記第 1 マーク、および、前記光学系により前記基板または基板基準部材上に結像された前記第 2 マークを撮像す

50

る撮像部と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、例えば、重ね合わせ精度の点で有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態の露光装置の構成を示す概略図である。

10

【図 2】基準プレートの各マーク、マスクマーク、基板マーク、および撮像部で得られた画像を示す図である。

【図 3】マスクマークと基板マークとの相対位置を計測する方法を示すフローチャートである。

【図 4】基準プレートの各マーク、マスクマーク、基板マーク、および撮像部で得られた画像を示す図である。

【図 5】第 3 実施形態の露光装置の構成を示す概略図である。

【図 6】マスクマークと基板マークとの相対位置を計測する方法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】

20

【 0 0 1 0 】

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。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。また、本発明は、特に、反射部分がある投影光学系（例えばオフナー型光学系や、ダイソン型光学系）のように光路長に対して空気の占める割合が大きい投影光学系を用いる場合に有効である。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

本発明の第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 について、図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 の構成を示す概略図である。第 1 実施形態では、スリット光により基板を走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置について説明するが、それに限られるものではなく、例えばステップ・アンド・リピート方式の露光装置についても本発明を適用することができる。第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 は、例えば、マスクステージ 1 0 と、基板ステージ 2 0 と、投影光学系 3 0 と、照明光学系 4 0 と、検出部 5 0（検出装置）と、制御部 9 0 とを含みうる。制御部 9 0 は、例えば CPU やメモリなどを有し、マスク 1 1 のパターンを投影光学系 3 0 を介して基板 2 1 に形成された複数のショット領域の各々に転写する処理（基板 2 1 を露光する処理）を制御する。

30

【 0 0 1 2 】

光源（不図示）から射出された光は、照明光学系 4 0 に入射し、例えば X 方向に長い帯状または円弧状の露光領域をマスク上に形成する。マスク 1 1（原版）および基板 2 1（例えばガラスプレート）は、マスクステージ 1 0 および基板ステージ 2 0 によってそれぞれ保持されており、投影光学系 3 0 を介して光学的にほぼ共役な位置（投影光学系 3 0 の物体面および像面）に配置される。投影光学系 3 0 は、例えば所定の投影倍率（例えば 1 倍や 1 / 2 倍）を有し、マスク 1 1 に形成されたパターンを基板 2 1 に投影する。マスクステージ 1 0 および基板ステージ 2 0 は、投影光学系 3 0 の光軸方向（Z 方向）に直交する方向（第 1 実施形態では Y 方向）に、互いに同期しながら、投影光学系 3 0 の投影倍率に応じた速度比で走査する。これにより、マスク 1 1 に形成されたパターンを、基板上におけるショット領域に転写することができる。そして、このような走査露光を、基板ステージ 2 0 をステップ移動させながら、基板上における複数のショット領域の各々について繰り返すことにより、1 枚の基板 2 1 における露光処理を完了することができる。

40

50

## 【 0 0 1 3 】

露光装置 1 0 0 では、基板上の各ショット領域にマスク 1 1 のパターンを転写する際、基板上における複数のショット領域の配列情報に基づいて、マスク 1 1 と基板 2 1 との位置合わせが行われる。この配列情報は、基板 2 1 の露光を開始する前において、基板上における幾つかのショット領域（サンプルショット領域）にそれぞれ設けられたマークの位置を求めることにより事前に取得されうる。そのため、露光装置 1 0 0 は、基板上のマークを T T L 方式を用いて検出する検出部 5 0（検出装置）を有する。T T L 方式とは、投影光学系 3 0 とを介して基板上のマークを検出する方式のことである。即ち、検出部 5 0 は、マスク上のマークの位置の検出、およびマスクと投影光学系とを介しての基板上のマークの位置の検出を行う。これにより、制御部 9 0 は、検出部 5 0 による検出結果に基づいて、マスク上のマークと基板上のマークとの相対位置（X Y 方向）を求めることができる。ここで、検出部 5 0 および制御部 9 0 は、マスク上のマークと基板上のマークとの相対位置を計測する計測装置を構成しうる。また、以下では、マスク上のマークをマスクマーク 1 2（原版マーク）と呼び、基板上のマークを基板マーク 2 2 と呼ぶ。

10

## 【 0 0 1 4 】

検出部 5 0 は、図 1 に示すように、例えば、対物レンズ 5 1、リレーレンズ 5 2 および 5 3、照明系レンズ 5 4、ビームスプリッタ 5 7 および 5 8、撮像部 6 0、光源 7 0、視野絞り 7 3、対物絞り 7 4 を含む。光源 7 0 から射出された光は、照明系レンズ 5 4 によって平行光にされた後、視野絞り 7 3 を通過してビームスプリッタ 5 8 で反射される。ビームスプリッタ 5 8 で反射された光は、リレーレンズ 5 3 を通過し、ビームスプリッタ 5 7 で反射される。ビームスプリッタ 5 7 で反射された光は、対物絞り 7 4 および対物レンズ 5 1 を通過し、マスクマーク 1 2 を照明するとともに、投影光学系を介して基板マーク 2 2 を照明する。

20

## 【 0 0 1 5 】

ここで、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 の構成例について説明する。図 2（b）および（c）は、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 の一例をそれぞれ示す図である。マスクマーク 1 2 は、図 2（b）に示すように、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成されたマスク上の一部の領域（透過領域 1 2 a）に、光を遮断する遮光部材（例えば Cr 膜）によって形成されうる。第 1 実施形態におけるマスクマーク 1 2 は、遮光部材によって形成されたパターン 1 2 R および 1 2 L を含む。マスク上には、マスクマーク 1 2 の + Y 方向側に、後述する第 1 マーク 8 2 D が結像される遮光領域 1 2 b が設けられている。遮光領域 1 2 b は、マスクマーク 1 2 と同様に、光を遮断する遮光部材によって構成される。一方で、基板マーク 2 2 は、図 2（c）に示すように、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成された基板上に設けられた遮光部材（遮光領域 2 2 b）の一部を除去することによって、光を透過させるように形成される。第 1 実施形態における基板マーク 2 2 は、遮光部材の除去によって形成されたパターン 2 2 c を含む。

30

## 【 0 0 1 6 】

撮像部 6 0 は、リレーレンズ 5 2、ビームスプリッタ 5 7、対物絞り 7 4、および対物レンズ 5 1 からなる光学系を介して、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 の撮像を行う。例えば、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 が上述の構成を有する場合では、基板マーク 2 2 と投影光学系 3 0 を介して基板上に投影されたマスクマーク 1 2 とが撮像部 6 0 によって同時に（並行に）撮像される。そのため、マスクマーク 1 2 で反射された光が撮像部 6 0 に入射することを抑制することが好ましい。したがって、光源 7 0 の波長に対する偏光ビームスプリッタの機能をビームスプリッタ 5 7 に持たせるとともに、光源 7 0 から射出された光の位相をシフトさせる機能を投影光学系 3 0 に持たせるとよい。これにより、マスクマーク 1 2 で反射された光をビームスプリッタ 5 7 で反射させ、当該光が撮像部 6 0 に入射することを抑制することができる。光の位相をシフトさせる機能を投影光学系 3 0 に持たせる方法としては、例えば、 $\lambda/4$  板や位相膜を投影光学系 3 0 の内部の光路上に配置する方法がある。

40

50

## 【 0 0 1 7 】

露光装置 1 0 0 は、上述のように、複数の基板マーク 2 2 の各々について、マスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 の相対位置を順に計測していくことで、基板 2 1 に形成された複数のショット領域の配列情報を求めることができる。しかしながら、ショット領域の配列情報を求めるために複数の基板マーク 2 2 を検出部 5 0 によって検出している間、例えば投影光学系 3 0 の内部における温度の変化や光学部品の振動などにより、投影光学系 3 0 の状態が変動しうる。例えば、複数の基板 2 1 のそれぞれに対して露光工程を行う場合、 $n$  枚目の基板 2 1 についての配列情報を求める工程は、 $n$  枚目の基板 2 1 の露光工程と  $n - 1$  枚目の基板 2 1 の露光工程との間に行われることとなる。この場合、 $n$  枚目の基板 2 1 についての配列情報を求める工程は、 $n - 1$  枚目の基板 2 1 の露光工程が終了したときと比べて、投影光学系 3 0 の内部の温度が変動（下降）している状態で行われる。つまり、投影光学系 3 0 の内部において屈折率が変化し、複数の基板マーク 2 2 をそれぞれ検出するときの投影光学系 3 0 の状態が互いに異なりうる。その結果、複数の基板マーク 2 2 において、当該相対位置の計測結果に生じる誤差が互いに異なってしまうため、ショット領域の配列情報を精度よく求めることが困難になりうる。

10

## 【 0 0 1 8 】

そこで、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 は、マスク上に結像される第 1 マーク 8 2 U（第 1 基準マーク）と基板上に結像される第 2 マーク 8 2 D（第 2 基準マーク）とが形成された基準プレート 8 0（検出基準部材）を検出部 5 0 に含む。そして、露光装置 1 0 0 は、マスク上に結像された第 1 マーク 8 2 U、および基板上に結像された第 2 マーク 8 2 D に基づいて、投影光学系 3 0 の状態が一定であると仮定した場合におけるマスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 との相対位置を求める。まず、第 1 実施形態の検出部 5 0 の構成について説明する。検出部 5 0 は、上述した構成に加え、例えば、基準プレート 8 0、光源 7 1 および 7 2、レンズ 5 5 および 5 6、ビームスプリッタ 5 9 を含みうる。基準プレート 8 0 は、例えば図 2（a）に示すように構成されうる。図 2（a）は、基準プレート 8 0 の構成例を示す図である。基準プレート 8 0 は、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成されたプレートの一部の領域（透過領域 8 2 a）に、光を遮断する遮光部材（例えば Cr 膜）によって形成された第 1 マーク 8 2 U および第 2 マーク 8 2 D を含みうる。また、基準プレート 8 0 には、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 の位置の検出に影響がでないように、遮光領域 8 2 b が設けられている。遮光領域 8 2 b は、第 1 マーク 8 2 U および第 2 マーク 8 2 D と同様に、光を遮断する遮光部材によって構成されている。

20

30

## 【 0 0 1 9 】

光源 7 2（第 1 光源）から射出された光（第 1 光）は、レンズ 5 6 およびビームスプリッタ 5 9 を通過して、基準プレート 8 0 の第 1 マーク 8 2 U を照明する。照明された第 1 マーク 8 2 U は、ビームスプリッタ 5 8、リレーレンズ 5 3、ビームスプリッタ 5 7、対物絞り 7 4、および対物レンズ 5 1 からなる光学系によって、マスク上の遮光領域 1 2 b に結像される。一方で、光源 7 1（第 2 光源）から射出された光（第 2 光）は、レンズ 5 5 を通過し、ビームスプリッタ 5 9 で反射されて、基準プレート 8 0 の第 2 マーク 8 2 D を照明する。照明された第 2 マーク 8 2 D は、当該光学系によってマスク上の透過領域 1 2 a に結像されるとともに、投影光学系 3 0 を介して基板上の遮光領域 2 2 b に結像される。マスク上に形成された第 1 マークの像および基板上に形成された第 2 マークの像は、リレーレンズ 5 2、ビームスプリッタ 5 7、対物絞り 7 4、および対物レンズ 5 1 からなる光学系によって撮像部上に形成される。撮像部 6 0 は、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 とともに、マスク 1 1 に結像された第 1 マーク 8 2 U および基板 2 1 に結像された第 2 マーク 8 2 D を撮像する。つまり、撮像部 6 0 は、基準プレート 8 0 に形成された第 1 マーク 8 2 U については投影光学系 3 0 を介さずに、第 2 マーク 8 2 D については投影光学系 3 0 を介してそれぞれ撮像することができる。図 2（d）は、撮像部 6 0 で得られた画像 6 2 を示す図である。画像 6 2 におけるパターン 6 2 L および 6 2 R は、マスクマーク 1 2 のパターン 1 2 R および 1 2 L にそれぞれ対応し、画像 6 2 におけるパターン

40

50

6 2 C は、基板マーク 2 2 のパターン 2 2 c に対応する。また、画像 6 2 におけるパターン 6 2 U および 6 2 D は、第 1 マーク 8 2 U および第 2 マーク 8 2 D にそれぞれ対応する。

#### 【 0 0 2 0 】

ここで、ビームスプリッタ 5 7 に、光源 7 0 の波長に加え、光源 7 1 の波長に関しても偏光ビームスプリッタの機能を持たせるとよい。これにより、基板 2 1 で反射された光源 7 1 からの光を撮像部 6 0 に入射させ、基板上に結像された第 2 マーク 8 2 D を撮像部 6 0 に撮像させることができる。また、光源 7 2 の波長に関しては、ビームスプリッタ 5 7 にハーフミラーの機能を持たせるとよい。光源 7 2 からの光は、マスク 1 1 で反射されて、投影光学系 3 0 を通らずにビームスプリッタ 5 7 に入射することにより、ビームスプリッタ 5 7 から射出されたときと偏光状態が変わらないからである。つまり、光源 7 2 の波長に関する偏光ビームスプリッタの機能をビームスプリッタ 5 7 に持たせてしまうと、マスクで反射された光源 7 2 からの光をビームスプリッタ 5 7 で反射させてしまい、撮像部 6 0 に入射させることができないからである。このように、光源 7 1 および光源 7 2 は、互いに波長の異なる光（第 1 光および第 2 光）をそれぞれ射出するように構成されることが好ましい。

10

#### 【 0 0 2 1 】

また、第 1 実施形態では、第 1 マーク 8 2 U を照明するための光源 7 2 と、第 2 マーク 8 2 D を照明するための光源 7 1 とが別々に設けられている。これは、撮像部 6 0 で得られる画像 6 2 における第 1 マーク 8 2 U と第 2 マーク 8 2 D とのコントラストが許容範囲に収まるように、第 1 マーク 8 2 U を照明する光の強度と第 2 マーク 8 2 D を照明する光の強度とを個別に調整するためである。このように、光源 7 1 および光源 7 2 は、互いに強度の異なる光（第 1 光および第 2 光）をそれぞれ射出するように構成されることが好ましい。なお、第 1 マーク 8 2 U を照明する光の強度と第 2 マーク 8 2 D を照明する光の強度とを個別に調整することができるのであれば、1 つの光源で基準プレート 8 0 を照明してもよい。

20

#### 【 0 0 2 2 】

次に、第 1 マーク 8 2 U および第 2 マーク 8 2 D を用いて、マスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 との相対位置を計測する方法について、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、マスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 との相対位置を計測する方法を示すフローチャートである。以下の説明において、画像上でのマスクマーク 1 2 の位置とは、例えば、画像上でのマスクマーク 1 2 におけるパターン 1 2 R の重心位置とパターン 1 2 L の重心位置との平均値を示す。また、画像上での基板マーク 2 2 の位置とは、例えば、基板マーク 2 2 におけるパターン 2 2 c の重心位置を示す。

30

#### 【 0 0 2 3 】

S 1 1 では、制御部 9 0 は、マスクマーク 1 2、基板マーク 2 2、マスク 1 1 に結像された第 1 マーク 8 2 U、および基板 2 1 に結像された第 2 マーク 8 2 D を、検出部 5 0 の撮像部 6 0 に同時に（並行に）撮像させる。S 1 2 では、制御部 9 0 は、撮像部 6 0 で得られた画像 6 2 から、当該画像上での第 1 マーク 8 2 U の位置と第 2 マーク 8 2 D の位置との差 S を求める。S 1 3 では、制御部 9 0 は、S 1 2 で求めた差 S の基準値 R からのずれ量 Q（変化量（ $= R - S$ ））を求める。基準値 R とは、例えば、投影光学系 3 0 が基準状態であるときに撮像部 6 0 で得られた画像上での第 1 マーク 8 2 U の位置と第 2 マーク 8 2 D の位置との差のことであり、相対位置の計測を開始する前に予め決定されうる。即ち、基準値 R は、撮像部 6 0 で得られた画像上における第 1 マーク 8 2 U と第 2 マーク 8 2 D との間の初期の相対位置の情報に基づいて決定されうる。基準値 R の決定方法については、後述する。S 1 4 では、制御部 9 0 は、撮像部 6 0 で得られた画像 6 2 から、当該画像上でのマスクマーク 1 2 の位置と基板マーク 2 2 の位置との差 P を求める。S 1 5 では、制御部 9 0 は、画像上でのマスクマーク 1 2 の位置と基板マーク 2 2 の位置との差 P から、S 1 3 で求めたずれ量 Q を差し引き、差 P からずれ量 Q を差し引いた値に基づいてマスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 の相対位置を決定する。S 1 6 では、制御部 9 0 は、

40

50

次に検出部 50 によって検出すべき基板マーク 22 ( 次の基板マーク 22 ) があるか否かを判断する。次の基板マーク 22 がある場合は S 11 に戻り、次の基板マーク 22 がない場合は、マスクマーク 12 と基板マーク 22 との相対位置の計測を終了する。これにより、制御部 90 は、複数の基板マーク 22 の各々について、投影光学系 30 の状態が一定であると仮定した場合におけるマスクマーク 12 と基板マーク 22 との相対位置を求めることができる。そのため、制御部 90 は、複数の基板マーク 22 の各々についての当該相対位置に基づいて、ショット領域の配列情報を精度よく求めることができる。

#### 【 0024 】

次に、基準値 R の決定方法について説明する。制御部 90 は、例えば、露光装置 100 を立ち上げた直後など基板 21 への露光処理を開始する前に、マスク上に結像された第 1 マーク 82 U および基板上に結像された第 2 マーク 82 D を撮像部 60 に撮像させる。そして、制御部 90 は、撮像部 60 で得られた画像上における第 1 マーク 82 U と第 2 マーク 82 D との間の初期の相対位置の情報を記憶する。これにより、制御部 90 は、記憶した情報に基づいて、撮像部 60 で得られた画像上での第 1 マーク 82 U の位置と第 2 マーク 82 D の位置との差を求め、当該差を基準値 R として決定することができる。

#### 【 0025 】

ここで、基準値 R を決定する別の方法として、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D の両方をマスク上に結像させ、それらを撮像部 60 で撮像することによって基準値 R を決定してもよい。例えば、露光処理の開始前において、第 1 マーク 82 U を結像させるマスク上の領域、および第 2 マーク 82 D を結像させるマスク上の領域の両方に遮光部材が設けられたマスクを用いて、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D を当該マスク上に結像させる。制御部 90 は、マスク上に結像した第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D の両方を撮像部 60 に撮像させ、撮像部 60 で得られた画像における第 1 マーク 82 U の位置と第 2 マーク 82 D の位置との差を求める。これにより、制御部 90 は、求めた差を基準値 R として決定することができる。

#### 【 0026 】

ところで、上述したように、ビームスプリッタ 57 には、光源 71 の波長に関して偏光ビームスプリッタの特性を持たせている。そのため、投影光学系 30 を通過せずにマスクで反射される光源 71 からの光は、ビームスプリッタ 57 で反射してしまい撮像部 60 に入射しない。即ち、マスク上に結像した第 2 マーク 82 D を撮像部 60 で撮像することができない。そこで、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D の両方をマスク上に結像させる方法では、ビームスプリッタ 57 と対物レンズ 51 との間に / 4 板を挿入するとよい。これにより、光源 71 からの光を撮像部 60 に入射させることができ、マスク上に結像した第 2 マーク 82 D を撮像部 60 で撮像することができる。

#### 【 0027 】

また、基準値 R を決定する別の方法として、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D の両方を基板上に結像させ、それらを撮像部 60 で撮像することによって基準値 R を決定してもよい。例えば、露光処理の開始前において、光源 71 からの光および光源 72 からの光の両方を透過させるように構成させたマスクを用いて、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D を基板上の遮光領域 22 b に結像させる。制御部 90 は、基板上に結像した第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D の両方を撮像部 60 に撮像させ、撮像部 60 で得られた画像における第 1 マーク 82 U の位置と第 2 マーク 82 D の位置との差を求める。これにより、制御部 90 は、求めた差を基準値 R として決定することができる。

#### 【 0028 】

上述したように、第 1 実施形態の露光装置 100 では、マスク上に結像させる第 1 マーク 82 U と基板上に結像させる第 2 マーク 82 D とを有する基準プレート 80 が検出部 50 に設けられている。露光装置 100 は、検出部 50 の撮像部 60 によって、マスクマーク 12 および基板マーク 22 とともに、マスク上に結像した第 1 マーク 82 U および基板上に結像した第 2 マーク 82 D を撮像する。そして、露光装置 100 ( 制御部 90 ) は、撮像部 60 で得られた画像 62 におけるマスクマーク 12 の位置と基板マーク 22 の位置



の差を、画像 6 2 における第 1 マーク 8 2 U の位置と第 2 マーク 8 2 D の位置との差の基準値からのずれ量で補正する。これにより、複数の基板マーク 2 2 の各々について、投影光学系 3 0 の状態が基準状態であるとき、即ち、投影光学系 3 0 の状態が一定であると仮定した場合におけるマスクマーク 1 2 と基板マーク 2 2 との相対位置を求めることができる。そのため、露光装置 1 0 0 は、複数の基板マーク 2 2 の各々について当該相対位置を求めている間に投影光学系 3 0 の状態が変化する場合であっても、ショット領域の配列情報を精度よく求めることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

ここで、第 1 実施形態では、マスクマーク 1 2 がマスク上に設けられ、基板マーク 2 2 が基板上に設けられている例について説明したが、それに限られるものではない。例えば、マスクステージ上に搭載された原版基準部材の上にマスクマーク 1 2 が設けられ、基板ステージ上に搭載された基板基準部材の上に基板マーク 2 2 が設けられていてもよい。

#### 【 0 0 3 0 】

##### < 第 2 実施形態 >

投影光学系 3 0 の内部において温度分布が生じている場合では、投影光学系 3 0 の内部における光路の位置によって屈折率が異なりうる。そのため、第 2 実施形態では、マスクマーク 1 2、基板マーク 2 2、第 1 マーク 8 2 U および第 2 マーク 8 2 D が配置される画像上の領域が第 1 実施形態に比べて狭くなるように、それらのマークが構成されている。ここで、第 2 実施形態の露光装置は、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 と装置構成が同等であるため、以下では、装置構成についての説明を省略する。

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 ( a ) は、基準プレート 8 0 の構成例を示す図である。基準プレート 8 0 は、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成されたプレートの一部の領域（透過領域 8 4 a）に、光を遮断する遮光部材（例えば Cr 膜）によって形成された第 1 マーク 8 4 U を含みうる。また、基準プレート 8 0 は、透過領域 8 4 a 以外の領域（遮光領域 8 4 b）には遮断部材が設けられており、その遮光領域 8 4 b の一部を除去することによって形成された第 2 マーク 8 4 D を含む。この第 2 マーク 8 4 D は、撮像部 6 0 で得られた画像 6 4 における位置が基板マーク 2 2 と合うように、基準プレート 8 0 に形成されている。例えば、第 2 マーク 8 4 D は、当該画像 6 4 において、第 2 マーク 8 4 D の各パターン要素と基板マーク 2 2 の各パターン要素とが重なり合わず、第 2 マーク 8 4 D の重心と基板マーク 2 2 の重心とが一致するように基準プレート 8 0 に形成されうる。即ち、第 2 マーク 8 4 D は、基板マーク 2 2 と位置合わせされている場合、第 2 マーク 8 4 D の像の重心と基板マーク 2 2 の像の重心とが一致しつつ、第 2 マーク 8 4 D の像と基板マーク 2 2 の像とが重なり合わないように基準プレート 8 0 に形成されうる。

#### 【 0 0 3 2 】

図 4 ( b ) および ( c ) は、マスクマーク 1 2 および基板マーク 2 2 の一例をそれぞれ示す図である。マスクマーク 1 2 は、図 4 ( b ) に示すように、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成されたマスク上の一部の領域（透過領域 1 2 a）に、光を遮断する遮光部材によって形成されうる。第 2 実施形態におけるマスクマーク 1 2 は、遮光部材によって形成されたパターン 1 2 E を含む。マスク上には、基準プレート 8 0 の第 1 マーク 8 4 U を結像するための遮光領域 1 2 b が設けられている。遮光領域 1 2 b は、マスクマーク 1 2 と同様に、光を遮断する遮光部材によって構成されている。一方で、基板マーク 2 2 は、図 4 ( c ) に示すように、例えば、光を透過する透過部材（例えばガラス部材）で構成された基板上に設けられた遮光部材（遮光領域 2 2 b）の一部を除去することによって、光を透過させるように形成される。第 2 実施形態における基板マーク 2 2 は、遮光部材の除去によって形成されたパターン 2 2 F を含みうる。

#### 【 0 0 3 3 】

図 4 ( d ) は、撮像部 6 0 で得られた画像 6 4 を示す図である。画像 6 4 におけるパターン 6 4 E は、マスクマーク 1 2 のパターン 1 2 E に対応し、画像 6 4 におけるパターン 6 4 F は、基板マーク 2 2 のパターン 2 2 F に対応する。また、画像 6 4 におけるパター

ン 6 4 U および パターン 6 4 D は、第 1 マーク 8 4 U および 第 2 マーク 8 4 D にそれぞれ対応する。

【 0 0 3 4 】

上述したように、第 2 実施形態では、撮像部 6 0 で得られた画像 6 4 において基板マーク 2 2 と第 2 マーク 8 4 D との位置が合うようにそれらのマークが構成される。これにより、投影光学系 3 0 の内部において温度分布が生じている場合であっても、その影響を第 1 実施形態より低減することができる。そのため、第 2 実施形態では、第 1 実施形態より精度よくショット領域の配列情報を求めることができる。

【 0 0 3 5 】

< 第 3 実施形態 >

第 1 マーク 8 2 U および 第 2 マーク 8 2 D をマスク上および基板上にそれぞれ結像するための光学系がテレセントリシティ（光軸に対する主光線の傾き角）がゼロでない場合、デフォーカスによって検出部 5 0 による検出結果に誤差が生じうる。特に、第 2 マーク 8 2 D を結像させる基板 2 1 の面には、基板 2 1 の厚みのばらつきや、基板 2 1 を保持する基板ステージ 2 0 の保持面の平坦度などの影響によって歪みが生じうる。そのため、その歪みに起因するデフォーカスにより、検出部 5 0 で検出された第 2 マーク 8 2 D の位置の検出結果に誤差が生じることがある。そのため、第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 は、第 1 マーク 8 2 U をマスク上に結像させる光（光源 7 2 からの光）のテレセントリシティを調整する第 1 調整部 1 7 2 を含みうる。また、露光装置 3 0 0 は、第 2 マーク 8 2 D をマスク上に結像させる光（光源 7 1 からの光）のテレセントリシティを調整する第 2 調整部 1 7 1 を含みうる。ここで、第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 は、第 1 調整部 1 7 2 および第 2 調整部 1 7 1 の両方を含むように構成されているが、第 1 調整部 1 7 2 および第 2 調整部 1 7 1 の少なくとも一方を含むように構成されていてもよい。また、テレセントリシティは、テレセントリシティ度とも呼ばれる。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 の構成を示す概略図である。第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 では、光源 7 2 とレンズ 5 6 との間の光路上に、対物絞り 7 4 と共役な関係にある瞳面が形成され、その瞳面の近傍に第 1 調整部 1 7 2 が設けられている。例えば、光源 7 2 とレンズ 5 6 との間の光路上にレンズ 1 5 6 および 2 5 6 を設けることにより、レンズ 5 6 とレンズ 1 5 6 との間に、対物絞り 7 4 と共役な関係にある瞳面が形成される。そして、その瞳面の近傍に第 1 調整部 1 7 2 が設けられうる。同様に、露光装置 3 0 0 では、光源 7 1 とレンズ 5 5 との間の光路上に、対物絞り 7 4 と共役な関係にある瞳面が形成され、その瞳面の近傍に第 2 調整部 1 7 1 が設けられている。例えば、光源 7 1 とレンズ 5 5 との間の光路上にレンズ 1 5 5 および 2 5 5 を設けることにより、レンズ 5 5 とレンズ 1 5 5 との間に、対物絞り 7 4 と共役な関係にある瞳面が形成される。そして、その瞳面の近傍に第 2 調整部 1 7 1 が設けられうる。

【 0 0 3 7 】

第 1 調整部 1 7 2 および 第 2 調整部 1 7 1 は、例えば平行平板をそれぞれ含み、それを傾けることで対物絞り 7 4 上の有効光源の位置を調整することができる。このように、第 1 調整部 1 7 2 および 第 2 調整部 1 7 1 はそれぞれ、各調整部における平行平板を傾けて有効光源の位置を調整することにより、光学系のテレセントリシティを調整することができる。その結果、デフォーカスによって検出部 5 0 による検出結果に生じる誤差を低減させることができる。ここで、第 1 調整部 1 7 2 および 第 2 調整部 1 7 1 は、X 方向における有効光源の位置を調整するための平行平板、および Y 方向における有効光源の位置を調整するための平行平板をそれぞれ含むように構成されるとよい。また、テレセントリシティの目標値（目標テレセントリシティ）は、光源 7 0 から射出されて基板マーク 2 2 を照射する光のテレセントリシティでもよいし、ゼロ値であってもよい。さらに、光源 7 0 から射出されて基板マーク 2 2 を照射する光のテレセントリシティを調整する調整部を検出部 5 0 に設けてもよい。

【 0 0 3 8 】

## &lt; 第 4 実施形態 &gt;

第 1 実施形態では、撮像部 60 で得られた画像 62 における第 1 マーク 82 U と第 2 マーク 82 D との差 S の基準値 R を、露光装置 100 を立ち上げた直後など基板 21 への露光処理を開始する前に予め決定する例について説明した。第 4 実施形態の露光装置は、複数の基板マーク 22 の各々を、マスクマーク 12、第 1 マーク 82 U および第 2 マーク 82 D とともに撮像部 60 に撮像させる。そして、それによって得られた複数の画像 62 における第 1 マーク 82 U の位置と第 2 マーク 82 D の位置との差の平均値を基準値 R としている。ここで、第 4 実施形態の露光装置は、第 1 実施形態の露光装置 100 と装置構成が同等であるため、以下では、装置構成についての説明を省略する。

## 【 0039 】

第 4 実施形態において、マスクマーク 12 と基板マーク 22 との相対位置を計測する方法について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、マスクマーク 12 と基板マーク 22 との相対位置を計測する方法を示すフローチャートである。S41 では、制御部 90 は、マスクマーク 12、基板マーク 22、マスク 11 に結像された第 1 マーク 82 U、および基板 21 に結像された第 2 マーク 82 D を、検出部 50 の撮像部 60 に同時に撮像させる。S42 では、制御部 90 は、次に検出部 50 によって検出すべき基板マーク 22 ( 次の基板マーク 22 ) があるか否かを判断する。次の基板マーク 22 がある場合は S41 に戻り、次の基板マーク 22 が無い場合は S43 に進む。S43 では、制御部 90 は、S41 および S42 の工程を繰り返す行うことによって撮像部 60 で得られた複数の画像 62 の各々について、各画像上での第 1 マーク 82 U の位置と第 2 マーク 82 D の位置との差 S を求める。例えば、制御部 90 は、S41 および S42 の工程によって 3 枚の画像 62 が得られた場合、各画像 62 から差 S1、S2、および S3 を求めることができる。S44 では、制御部 90 は、S43 において各画像 62 から求めた差 S の平均値を求め、当該平均値を基準値 R に決定する。例えば、制御部 90 は、3 枚の画像 62 が得られた場合、各画像 62 から求めた差 S1、S2 および S3 の平均値 S' を基準値 R に決定する。

## 【 0040 】

S45 では、制御部 90 は、各画像 62 について、S43 で求めた差 S の基準値 R からのずれ量 Q ( 変化量 ( = R - S ) ) を求める。S46 では、制御部 90 は、撮像部 60 で得られた複数の画像 62 の各々について、各画像上でのマスクマーク 12 の位置と基板マーク 22 の位置との差 P を求める。S47 では、制御部 90 は、各画像上でのマスクマーク 12 の位置と基板マーク 22 の位置との差 P から、S45 で各画像 62 について求めたずれ量 Q をそれぞれ差し引く。そして、制御部 90 は、差 P からずれ量 Q を差し引いた値に基づいてマスクマーク 12 と基板マーク 22 の相対位置を各画像 62 について決定する。これにより、制御部 90 は、複数の基板マーク 22 の各々について、投影光学系 30 の状態が一定であると仮定した場合におけるマスクマーク 12 と基板マーク 22 との相対位置を求めることができる。そのため、制御部 90 は、複数の基板マーク 22 の各々についての当該相対位置に基づいて、ショット領域の配列情報を精度よく求めることができる。

## 【 0041 】

## &lt; 物品の製造方法の実施形態 &gt;

本発明の実施形態に係る物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等の電子デバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記の露光装置を用いて潜像パターンを形成する工程 ( 基板を露光する工程 ) と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程 ( 酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等 ) を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

## 【 0042 】

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および変更が可能であ

10

20

30

40

50

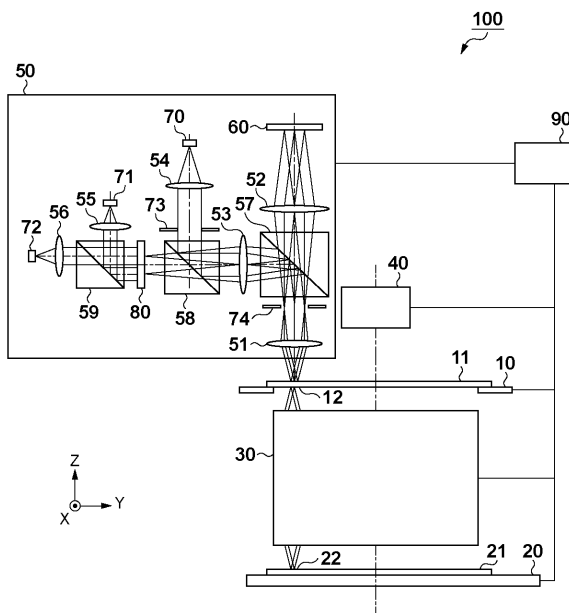
る。

【符号の説明】

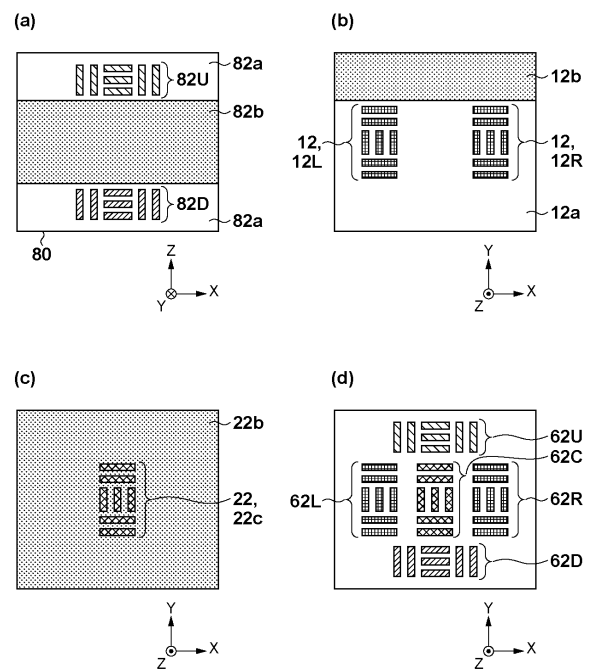
【 0 0 4 3 】

1 1 : マスク、1 2 : マスクマーク、2 1 : 基板、2 2 : 基板マーク、3 0 : 投影光学系、5 0 : 検出部、6 0 : 撮像部、8 0 : 基準プレート

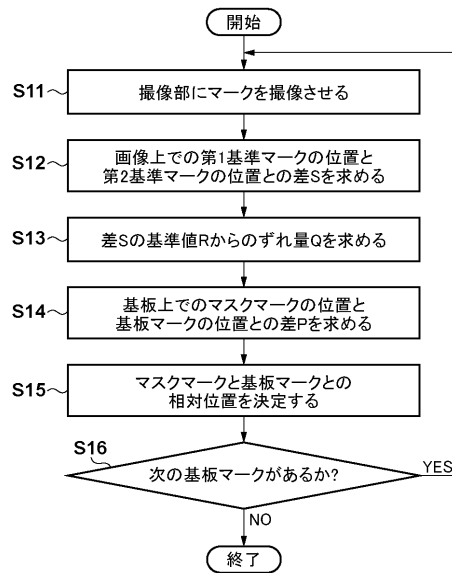
【図 1】



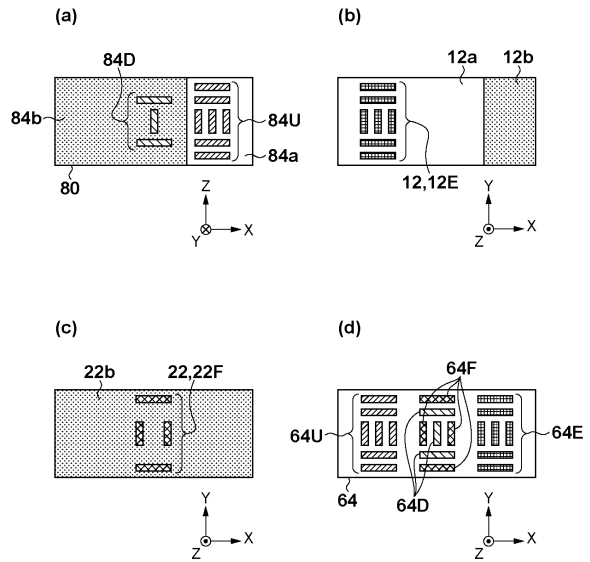
【図 2】



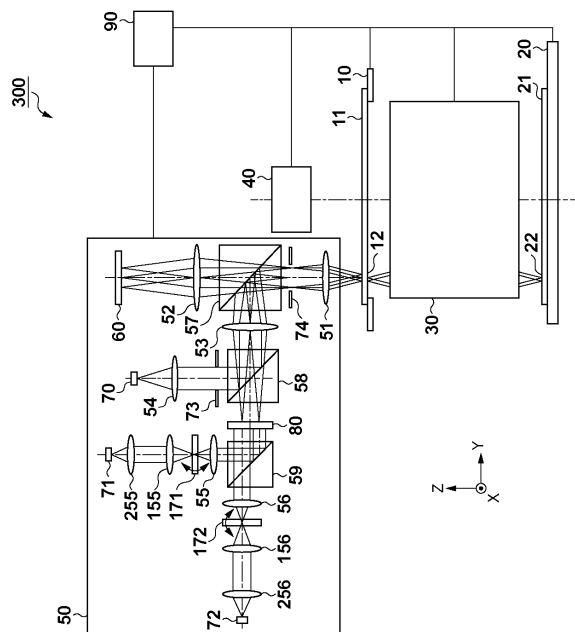
【図 3】



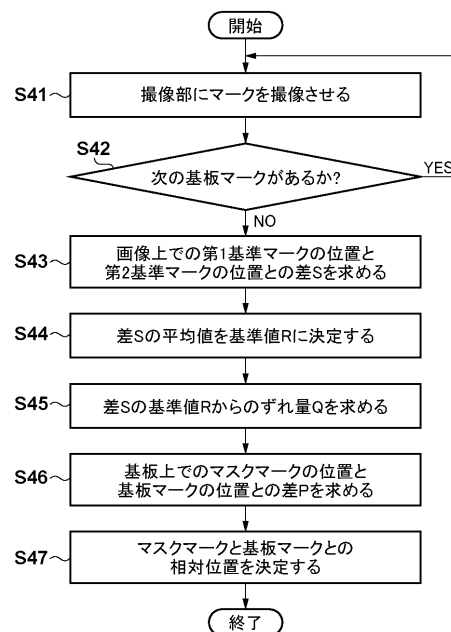
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 赤松 昭郎  
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

(56)参考文献 特開平09-054443(JP,A)  
特開2002-289495(JP,A)  
特開平02-231707(JP,A)  
特開平10-335241(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 9/00