

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-18904

(P2015-18904A)

(43) 公開日 平成27年1月29日(2015.1.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 2 5 R	2 F 0 6 5
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 2 5 W	2 H 0 9 7
HO 1 L 21/68 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 2 0 B	5 F 1 3 1
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 0 1	5 F 1 4 6
	HO 1 L 21/68 F	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-144474 (P2013-144474)  
 (22) 出願日 平成25年7月10日 (2013.7.10)

(71) 出願人 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
 (74) 代理人 100098165  
 弁理士 大森 聡  
 (72) 発明者 根本 智昭  
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
 株式会社ニコン内

F ターム (参考) 2F065 AA03 AA12 AA20 AA39 BB02  
 BB03 BB18 BB28 CC19 CC25  
 DD03 DD06 FF01 FF04 FF15  
 FF41 FF55 GG07 HH03 HH04  
 HH13 JJ03 JJ26 LL04 LL12  
 LL30 LL46 MM03 MM04 PP12  
 PP25 QQ24 QQ31 TT02

最終頁に続く

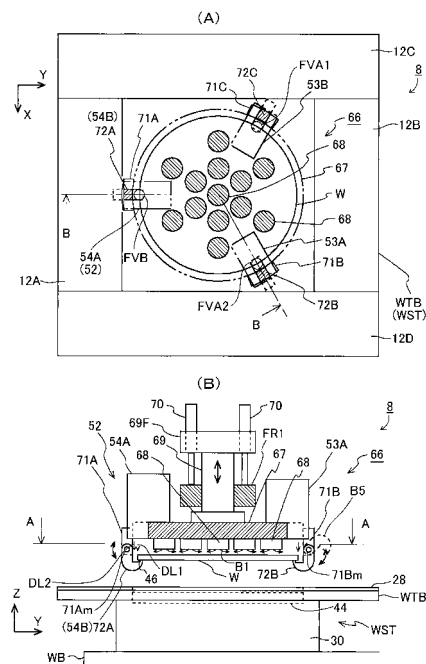
(54) 【発明の名称】 マーク検出方法及び装置、並びに露光方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 基板の裏面にマークが設けられている場合に、そのマークを効率的に検出するとともに、そのマークの検出が困難になった場合にもその基板の位置情報を検出できるようにする。

【解決手段】 ウエハWに形成されたマークを検出するマーク検出装置8であって、裏面にマーク46が形成されたウエハWを一時的に保持するウエハ受け渡し装置66と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、マーク46の位置情報を検出するマーク検出部52と、検出されたマーク46の位置情報に基づいて、ウエハWの表面に代替マークを形成するマーク形成部と、マーク46と代替マークとの位置関係を記憶する記憶部と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、代替マークの位置情報を検出するマーク検出部52及びエッジ検出部53A, 53Bと、を備える。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板に形成されたマークを検出するマーク検出装置であって、  
裏面に第 1 マークが形成された基板を一時的に保持する基板保持部と、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記裏面の前記第 1 マークの位置  
情報を検出する第 1 検出部と、  
検出された前記第 1 マークの位置情報に基づいて、前記基板の表面に第 2 マークを形成  
するためのマーク形成部と、  
前記第 1 マークと前記第 2 マークとの位置関係を記憶する記憶部と、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記表面の前記第 2 マークの位置  
情報を検出する第 2 検出部と、  
を備えるマーク検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記マーク形成部は、  
前記第 2 マークに対応するパターンを介して前記基板を露光する露光部を有する請求項  
1 に記載のマーク検出装置。

**【請求項 3】**

前記第 2 マークは、前記基板の表面のエッジ部の近傍の領域、又は前記基板の表面に配  
置される複数の被露光領域の間のスクライプライン領域に形成される請求項 1 又は 2 に記  
載のマーク検出装置。

20

**【請求項 4】**

前記第 2 マークは、直交する 2 方向の位置を規定するマークである請求項 1 ~ 3 のい  
ずれか一項に記載のマーク検出装置。

**【請求項 5】**

基板に形成されたマークを検出するマーク検出装置であって、  
裏面に第 1 マークが形成された基板を一時的に保持する基板保持部と、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記裏面の前記第 1 マークの位置  
情報を検出する第 1 検出部と、  
前記基板の表面であって該表面の他の領域内のパターン又は反射率分布と識別可能な特  
徴部の位置情報を検出する第 2 検出部と、  
前記第 1 マークと前記特徴部との位置関係を記憶する記憶部と、  
を備えるマーク検出装置。

30

**【請求項 6】**

前記基板の裏面に形成された前記第 1 マークは、前記裏面に直線に沿って配置された複  
数の凹部を有する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のマーク検出装置。

**【請求項 7】**

前記基板は、直径が 300 ~ 450 mm の円板状である請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に  
記載のマーク検出装置。

**【請求項 8】**

露光光でパターンを照明し、前記露光光で前記パターン及び投影光学系を介して基板を  
露光する露光装置において、  
請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のマーク検出装置と、  
前記基板を保持して移動するステージと、  
前記マーク検出装置によって検出される前記基板の裏面に形成された前記第 1 マーク又  
は前記基板の表面の前記第 2 マークの位置情報に基づいて、前記基板の前記パターンに対  
する位置及び回転角の少なくとも一方を補正する制御部と、  
を備える露光装置。

40

**【請求項 9】**

露光光でパターンを照明し、前記露光光で前記パターン及び投影光学系を介して基板を  
露光する露光装置において、

50

請求項 5 に記載のマーク検出装置と、  
前記基板を保持して移動するステージと、  
前記マーク検出装置によって検出される前記基板の裏面に形成された前記第 1 マーク又は前記基板の表面の前記特徴部の位置情報に基づいて、前記基板の前記パターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正する制御部と、  
を備える露光装置。

【請求項 10】

基板に形成されたマークを検出するマーク検出方法であって、  
裏面に第 1 マークが形成された基板を基板保持部で一時的に保持することと、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記裏面の前記第 1 マークの位置情報を検出することと、  
検出された前記第 1 マークの位置情報に基づいて、前記基板の表面に第 2 マークを形成することと、  
前記第 1 マークと前記第 2 マークとの位置関係を記憶することと、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記表面の前記第 2 マークの位置情報を検出することと、  
を含むマーク検出方法。

10

【請求項 11】

前記第 2 マークを形成することは、  
前記第 2 マークに対応するパターンを介して前記基板を露光することと、  
前記基板を現像することと、を含む請求項 10 に記載のマーク検出方法。

20

【請求項 12】

前記第 2 マークは、前記基板の表面のエッジ部の近傍の領域、又は前記基板の表面に配置される複数の被露光領域間のスクライブライン領域に形成される請求項 10 又は 11 に記載のマーク検出方法。

【請求項 13】

前記第 2 マークは、直交する 2 方向の位置を規定するマークである請求項 10 ~ 12 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

【請求項 14】

基板に形成されたマークを検出するマーク検出方法であって、  
裏面に第 1 マークが形成された基板を基板保持部で一時的に保持することと、  
前記基板保持部に前記基板が保持されている状態で、前記裏面の前記第 1 マークの位置情報を検出することと、  
前記基板の表面であって該表面の他の領域内のパターン又は反射率分布と識別可能な特徴部の位置情報を検出することと、  
前記第 1 マークと前記特徴部との位置関係を記憶することと、  
を含むマーク検出方法。

30

【請求項 15】

前記基板の裏面に形成された前記第 1 マークは、前記裏面に直線に沿って配置された複数の凹部を有する請求項 10 ~ 14 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

40

【請求項 16】

前記基板は、直径が 300 ~ 450 mm の円板状である請求項 10 ~ 15 のいずれか一項に記載のマーク検出方法。

【請求項 17】

露光光でパターンを照明し、前記露光光で前記パターンを介して基板を露光する露光方法において、  
請求項 10 ~ 13 のいずれか一項に記載のマーク検出方法を用いて前記基板の裏面に形成された前記第 1 マーク又は前記基板の表面に形成された前記第 2 マークの位置情報を検出することと、  
前記基板をステージに載置することと、

50

前記マーク検出方法によって検出された位置情報に基づいて、前記基板の前記パターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正することと、  
を含む露光方法。

【請求項 18】

露光光でパターンを照明し、前記露光光で前記パターンを介して基板を露光する露光方法において、

請求項 14 に記載のマーク検出方法を用いて前記基板の裏面に形成された前記第 1 マーク又は前記基板の表面の前記特徴部の位置情報を検出することと、

前記基板をステージに載置することと、

前記マーク検出方法によって検出された位置情報に基づいて、前記基板の前記パターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正することと、  
を含む露光方法。

10

【請求項 19】

請求項 8 又は 9 に記載の露光装置を用いて基板上に感光層のパターンを形成することと

、  
前記パターンが形成された前記基板を処理することと、  
を含むデバイス製造方法。

【請求項 20】

請求項 17 又は 18 に記載の露光方法を用いて基板上に感光層のパターンを形成することと、

20

前記パターンが形成された前記基板を処理することと、  
を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板に設けられたマークを検出するマーク検出技術、そのマーク検出技術を用いる露光技術、及びこの露光技術を用いるデバイス製造技術に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子等の電子デバイス（マイクロデバイス）を生産するためのフォトリソグラフィ工程で使用される、いわゆるステッパー又はスキャニングステッパーなどの露光装置による露光対象の基板として、円板状の半導体ウエハ（以下、単にウエハという。）がある。電子デバイスを製造する際のスループット（生産性）を高めるために、そのウエハの直径の S E M I (Semiconductor Equipment and Materials International) 規格 (SEMI standards) は、数年ごとに 1 2 5 mm、1 5 0 mm、2 0 0 mm、3 0 0 mm とほぼ 1 . 2 5 ~ 1 . 5 倍の割合で大きくなってきている。

30

【0003】

また、従来のウエハのエッジ部には、外形基準で回転角を検出するための切り欠き部としてのノッチ又はオリエンテーションフラットが形成されていた。そして、ウエハを露光装置にロードする際には、予めプリアライメント系によってウエハの切り欠き部の位置を検出しておき、この結果に基づいてウエハの回転角等の大まかな調整を行っていた（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 6 2 2 5 0 1 2 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

最近、電子デバイスを製造する際のスループットをより高めるために、S E M I 規格で

50

は、直径450mmのウエハの規格化が行われている。このように大型化したウエハでは、回転角を検出するための切り欠き部をエッジ部に設けると、ウエハに歪み等が生じる恐れがある。そこで、大型化したウエハでは、回転角を検出するために、裏面に例えば凹部よりなる小さいマークを設けることが検討されている。

【0006】

これに関して、ウエハは、従来、裏面が支持された状態で露光装置に搬送されており、プリライメント系は、ウエハの表面（デバイスパターンが形成される面）側からウエハの切り欠き部を検出していたため、従来の技術ではウエハの裏面に設けられたマークの検出を行うことは困難である。さらに、ウエハは多くの工程を経るため、搬送及び/又は加工中の摩耗によるウエハ裏面のマークの消失、又は加工中にウエハの裏面のマークが感光材料又は薄膜に覆われることなどによって、そのマークの検出が困難になる恐れがある。そこで、ウエハの裏面のマークの検出が困難になった場合の対策も考えておくことが好ましい。

10

【0007】

本発明の態様は、このような事情に鑑み、基板の裏面にマークが設けられている場合に、そのマークを効率的に検出できるようにするとともに、そのマークの検出が困難になった場合にもその基板の位置情報を検出できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の態様によれば、基板に形成されたマークを検出するマーク検出装置であって、裏面に第1マークが形成された基板を一時的に保持する基板保持部と、その基板保持部にその基板が保持されている状態で、その裏面のその第1マークの位置情報を検出する第1検出部と、検出されたその第1マークの位置情報に基づいて、その基板の表面に第2マークを形成するためのマーク形成部と、その第1マークとその第2マークとの位置関係を記憶する記憶部と、その基板保持部にその基板が保持されている状態で、その表面のその第2マークの位置情報を検出する第2検出部と、を備えるマーク検出装置が提供される。

20

【0009】

第2の態様によれば、基板に形成されたマークを検出するマーク検出装置であって、裏面に第1マークが形成された基板を一時的に保持する基板保持部と、その基板保持部にその基板が保持されている状態で、その裏面のその第1マークの位置情報を検出する第1検出部と、その基板の表面であって該表面の他の領域内のパターン又は反射率分布と識別可能な特徴部の位置情報を検出する第2検出部と、その第1マークとその特徴部との位置関係を記憶する記憶部と、を備えるマーク検出装置が提供される。

30

【0010】

第3の態様によれば、露光光でパターンを照明し、その露光光でそのパターン及び投影光学系を介して基板を露光する露光装置において、第1の態様のマーク検出装置と、その基板を保持して移動するステージと、そのマーク検出装置によって検出されるその基板の裏面に形成されたその第1マーク又はその基板の表面のその第2マークの位置情報に基づいて、その基板のそのパターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正する制御部と、を備える露光装置が提供される。

40

【0011】

第4の態様によれば、露光光でパターンを照明し、その露光光でそのパターン及び投影光学系を介して基板を露光する露光装置において、第2の態様のマーク検出装置と、その基板を保持して移動するステージと、そのマーク検出装置によって検出されるその基板の裏面に形成されたその第1マーク又はその基板の表面のその特徴部の位置情報に基づいて、その基板のそのパターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正する制御部と、を備える露光装置が提供される。

【0012】

第5の態様によれば、基板に形成されたマークを検出するマーク検出方法であって、裏面に第1マークが形成された基板を基板保持部で一時的に保持することと、その基板保持

50

部にその基板が保持されている状態で、その裏面のその第1マークの位置情報を検出することと、検出されたその第1マークの位置情報に基づいて、その基板の表面に第2マークを形成することと、その第1マークとその第2マークとの位置関係を記憶することと、その基板保持部にその基板が保持されている状態で、その表面のその第2マークの位置情報を検出することと、を含むマーク検出方法が提供される。

【0013】

第6の態様によれば、基板に形成されたマークを検出するマーク検出方法であって、裏面に第1マークが形成された基板を基板保持部で一時的に保持することと、その基板保持部にその基板が保持されている状態で、その裏面のその第1マークの位置情報を検出することと、その基板の表面であって該表面の他の領域内のパターン又は反射率分布と識別可能な特徴部の位置情報を検出することと、その第1マークとその特徴部との位置関係を記憶することと、を含むマーク検出方法が提供される。

10

【0014】

第7の態様によれば、露光光でパターンを照明し、その露光光でそのパターンを介して基板を露光する露光方法において、第5の態様のマーク検出方法を用いてその基板の裏面に形成されたその第1マーク又はその基板の表面に形成されたその第2マークの位置情報を検出することと、その基板をステージに載置することと、そのマーク検出方法によって検出された位置情報に基づいて、その基板のそのパターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正することと、を含む露光方法が提供される。

20

【0015】

第8の態様によれば、露光光でパターンを照明し、その露光光でそのパターンを介して基板を露光する露光方法において、第6の態様のマーク検出方法を用いてその基板の裏面に形成されたその第1マーク又はその基板の表面のその特徴部の位置情報を検出することと、その基板をステージに載置することと、そのマーク検出方法によって検出された位置情報に基づいて、その基板のそのパターンに対する位置及び回転角の少なくとも一方を補正することと、を含む露光方法が提供される。

【0016】

第9の様態によれば、本発明の様態の露光装置又は露光方法を用いて基板上に感光層のパターンを形成することと、そのパターンが形成されたその基板を処理することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明の様態によれば、基板保持部に基板が保持されている状態で、その基板の裏面の第1マークの位置情報を検出しているため、その第1マークを効率的に検出できる。また、基板の表面の第2マーク又は特徴部とその第1マークとの位置関係を記憶しているため、その第1マークの検出が困難になった場合でも、その第2マーク又は特徴部を検出することで、その基板の位置情報を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施形態に係る露光装置の概略構成を示す一部を断面で表した図である。

40

【図2】図1中のウエハステージを示す平面図である。

【図3】図1の露光装置の制御系等を示すブロック図である。

【図4】(A)はウエハの表面を示す平面図、(B)はウエハ裏面のマークを示す拡大図、(C)は図4(B)の断面図、(D)は変形例のマークを示す拡大図、(E)は別の変形例のマークを示す拡大図、(F)は第1の従来例のウエハの切り欠き部を示す平面図、(G)は第2の従来例のウエハの切り欠き部を示す平面図である。

【図5】(A)は図1中のマーク検出装置の機構部を示す平面断面図、(B)は図5(A)のBB線に沿う断面図である。

【図6】(A)は図5(B)中のマーク検出部を示す図、(B)は図6(A)中のウエハのエッジ部の近傍を示す部分拡大図、(C)は図6(B)中のプリズムの表面を示す平面

50

図である。

【図 7】マーク検出方法を含む露光方法の一例を示すフローチャートである。

【図 8】(A)は搬送アームからウエハ受け渡し装置にウエハを渡した状態を示す平面図、(B)は図 8 (A)の B B 線に沿う断面図である。

【図 9】(A)は代替マークの像が露光されたウエハを示す平面図、(B)は図 9 (A)中の被検領域 F V B 及びこの近傍を示す拡大図、(C)は図 9 (A)中の被検領域 F V A 2 及びこの近傍を示す拡大図、(D)は変形例の代替マークを示す拡大図、(E)は別の変形例の代替マークを示す拡大図、(F)はさらに別の変形例の代替マークを示す拡大図である。

【図 10】第 2 の実施形態に係るマーク検出装置の機構部を示す一部を断面で表した図である。

10

【図 11】電子デバイスの製造方法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】

【0019】

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態につき図 1 ~ 図 9 (F)を参照して説明する。図 1 は、本実施形態に係るマーク検出装置を備えた露光装置 E X の概略構成を示す。露光装置 E X は、スキニングステッパー(スキャナー)よりなる走査露光型の投影露光装置である。露光装置 E X は、投影光学系 P L (投影ユニット P U)を備えている。以下、投影光学系 P L の光軸 A X と平行に Z 軸を取り、これに直交する面内でレチクル R とウエハ(半導体ウエハ) W とが相対走査される方向に Y 軸を、Z 軸及び Y 軸に直交する方向に X 軸を取って説明する。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸に平行な軸の回りの回転方向を x、y、及び z 方向とも称する。本実施形態では、Z 軸に直交する平面(X Y 平面)はほぼ水平面に平行である。

20

【0020】

露光装置 E X は、例えば米国特許出願公開第 2003/0025890 号明細書などに開示される照明系 I L S と、照明系 I L S からの露光用の照明光(露光光) I L (例えば波長 193 nm の A r F エキシマレーザ光、又は固体レーザ(半導体レーザなど)の高調波など)により照明されるレチクル R (マスク)を保持して移動するレチクルステージ R S T とを備えている。さらに、露光装置 E X は、レチクル R から射出された照明光 I L でウエハ W (基板)を露光する投影光学系 P L を含む投影ユニット P U と、ウエハ W を保持して移動するウエハステージ W S T と、ウエハ W のマークの位置情報(角度情報を含む、以下同様)を含むウエハ W の位置情報を検出するプリアライメント系としてのマーク検出装置 8 と、装置全体の動作を制御するコンピュータよりなる主制御装置 20 (図 3 参照)等を備えている。また、レチクルステージ R S T 及びウエハステージ W S T の位置は、上記の X 軸、Y 軸、及び Z 軸よりなる座標系(X, Y, Z)で規定されるため、この座標系(X, Y, Z)をステージ座標系とも称する。

30

【0021】

レチクル R はレチクルステージ R S T の上面に真空吸着等により保持され、レチクル R のパターン面(下面)には、回路パターンなどが形成されている。本実施形態では、レチクルステージ R S T のレチクル R に対して Y 方向(走査方向)にずれた位置に、補助レチクル R A (補助マスク)が固定され、補助レチクル R A のパターン面(下面)の例えば中央に、後述のウエハ W の裏面のマークの代替マークとして使用可能なマークを形成するための代替マーク用パターン 21 が形成されている。代替マーク用パターン 21 は、一例として、X 方向に所定間隔で配列された複数の Y 方向に細長い開口パターンと、Y 方向に所定間隔で配列された複数の X 方向に細長い開口パターンとを組み合わせた 2 次元の位置を規定可能なパターンである。レチクルステージ R S T は、例えばリニアモータ等を含む図 3 のレチクルステージ駆動系 25 によって、不図示のレチクルベース上の X Y 平面内で微少駆動可能であると共に、走査方向(Y 方向)に指定された走査速度で駆動可能である。

40

【0022】

50

レチクルステージ R S T の移動面内の位置情報 ( X 方向、 Y 方向の位置、及び z 方向の回転角を含む ) は、レーザ干渉計よりなるレチクル干渉計 2 4 によって、移動鏡 2 2 ( 又は鏡面加工されたステージ端面 ) を介して例えば 0 . 5 ~ 0 . 1 nm 程度の分解能で常時検出される。レチクル干渉計 2 4 の計測値は、図 3 の主制御装置 2 0 に送られる。主制御装置 2 0 は、その計測値に基づいてレチクルステージ駆動系 2 5 を制御することで、レチクルステージ R S T の位置及び速度を制御する。

#### 【 0 0 2 3 】

図 1 において、レチクルステージ R S T の下方に配置された投影ユニット P U は、鏡筒 4 0 と、鏡筒 4 0 内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子を有する投影光学系 P L とを含む。不図示のフレーム機構に対して複数の防振装置 ( 不図示 ) を介して平板状のフレーム ( 以下、計測フレームという ) 1 6 が支持されており、投影ユニット P U は、計測フレーム 1 6 に形成された開口内にフランジ部 F L を介して設置されている。投影光学系 P L は、例えば両側 ( 又はウエハ側に片側 ) テレセントリックで所定の投影倍率 ( 例えば 1 / 4 倍、 1 / 5 倍などの縮小倍率 ) を有する。

10

#### 【 0 0 2 4 】

照明系 I L S からの照明光 I L によってレチクル R の照明領域 I A R が照明されると、レチクル R を通過した照明光 I L により、投影光学系 P L を介して照明領域 I A R 内の回路パターン像が、ウエハ W の一つのショット領域の露光領域 I A ( 照明領域 I A R と光学的に共役な領域 ) に形成される。ウエハ W は、一例としてシリコン等の半導体よりなる直径が 4 5 0 mm の大型の円板状の基材 S U にフォトレジスト P R ( 感光材料 ) を数 1 0 ~ 2 0 0 nm 程度の厚さで塗布したものである ( 図 4 ( C ) 参照 ) 。すなわち、一例としてウエハ W は 4 5 0 mm ウエハである。直径 4 5 0 mm の基材の厚さは、現在では例えば 9 0 0 ~ 1 1 0 0 μ m 程度 ( 例えば 9 2 5 μ m 程度 ) と想定されている。

20

#### 【 0 0 2 5 】

ウエハ W が 4 5 0 mm ウエハである場合、図 4 ( A ) に示すように、ウエハ W の円形のエッジ部に切り欠き部を設けない形態も検討されている。すなわち、図 4 ( A ) に示すウエハ W では、上記したエッジ部にノッチやオリエンテーションフラットなどの切り欠き部は設けられていない。この場合、ウエハ W の表面 W a ( 基材 S U のフォトレジスト P R が塗布された面 ) は、縦横に規則的に多数のショット領域 S A に区画され、各ショット領域 S A にそれぞれデバイスパターン D P が形成される。ショット領域 S A が例えば幅 2 6 mm 程度で長さ 3 3 mm 程度の大きさであれば、ウエハ W の表面 W a には例えば 1 8 0 個程度のショット領域 S A が形成される。なお、ウエハ W の 1 回目の露光に際しては、ウエハ W の表面 W a はショット領域 S A には区画されていない。

30

#### 【 0 0 2 6 】

また、ウエハ W の表面 W a に対向する面、又はウエハ W の基材 S U のフォトレジスト P R が塗布されていない面をウエハ W の裏面 W b と称する。図 4 ( B ) は、ウエハ W の裏面 W b の一部を示し、図 4 ( C ) は図 4 ( B ) の断面図である。図 4 ( B )、図 4 ( C ) に示すように、ウエハ W が 4 5 0 mm ウエハである場合、ウエハ W の裏面 W b のエッジ部 W f から例えば 1 mm から数 mm 程度までの周縁領域 4 7 内に、ウエハ W の半径方向に沿って一列の複数の小さい凹部 4 6 a よりなるマーク 4 6 を形成する。一例として、凹部 4 6 a は直径が 1 0 0 μ m 程度の円形であって、その深さが 2 0 ~ 7 0 μ m 程度である。図 4 ( C ) では、凹部 4 6 a は円柱状であるが、凹部 4 6 a は半球面状でもよい。一例として、マーク 4 6 の方向 ( 複数の凹部 4 6 a の中心を通る直線に沿った方向 ) は、ウエハ W の基材 S U の一つの結晶軸の方向に対して所定の角度に、例えば平行に設定してもよい。また、マーク 4 6 の方向とウエハ W の表面のショット領域 S A の長手方向 ( 又は短手方向 ) とが平行になるように、ショット領域 S A を形成してもよい。

40

#### 【 0 0 2 7 】

一例として、マーク 4 6 は、微小なドリルによる切削、又は加工用レーザ光の照射によって形成できる。さらに、マーク 4 6 は、ウエハ W の裏面 W b に対する部分的なフォトレジストの塗布、マーク用パターンの露光、現像、エッチング、及びレジスト剥離を含む

50

ソグラフィ工程で形成することも可能である。なお、マーク46において、複数の凹部46aを半径方向に複数列形成してもよい。さらに、マーク46は、複数の凹部46aをウエハWのエッジ部に平行な円周方向に一行に又は複数列に形成したものでもよい。また、マーク46の代わりに、図4(D)に示すように、複数の凹部をウエハWの半径方向に並べた複数列(一行でもよい)の部分マーク46A1, 46A2と、複数の凹部をウエハWの円周方向に並べた一行(又は複数列)のマーク部46A3を含むマーク46Aを使用してもよい。さらに、マーク46の代わりに、図4(E)に示すように、ウエハWの半径方向(又は円周方向)に沿って並べた1本又は複数本の細長い凹部よりなるマーク46Bを使用してもよい。

#### 【0028】

なお、本実施形態ではウエハWの裏面Wbの一箇所にマーク46を形成しているが、マーク46の個数は特に限定はなく、例えば3つなど複数のマーク46形成してもよい。また、複数のマーク46が裏面Wbに形成される場合には、それぞれのマークを見分けるため形状を異ならせることが好ましい。例えば図4(D)に示すマーク46が裏面Wbに複数させる場合には、各マーク46のうちマーク部46A3の高さ(ウエハWのエッジからの距離)を異ならせることなどが考えられる。これによりウエハWの裏面Wbに複数形成された各マーク46を個別に判別することが可能となる。また、例えば図4(B)のマーク46に、図4(D)で示したマーク部46A3を追加した形状のマークを裏面Wbに複数形成する場合には、上記と同様に各マーク46のうちマーク部46A3の高さ(ウエハWのエッジからの距離)を異ならせることが望ましい。

#### 【0029】

図1の露光装置EXにおいて、液浸法を適用した露光を行うため、投影光学系PLを構成する最も像面側(ウエハW側)の光学素子である先端レンズ91を保持する鏡筒40の下端部の周囲を取り囲むように、局所液浸装置38の一部を構成するノズルユニット32が設けられている。ノズルユニット32は、露光用の液体Lq(例えば純水)を供給するための供給管31A及び回収管31Bを介して、液体供給装置34及び液体回収装置36(図3参照)に接続されている。なお、液浸タイプの露光装置としない場合には、上記の局所液浸装置38は設けなくともよい。

#### 【0030】

また、露光装置EXは、レチクルRのアライメントを行うためにレチクルRのアライメントマーク(レチクルマーク)の投影光学系PLによる像の位置を計測する空間像計測系(不図示)と、ウエハWのアライメントを行うために使用される例えば画像処理方式(FIA系)のアライメント系ALと、照射系90a及び受光系90bよりなりウエハWの表面の複数箇所のZ位置を計測する斜入射方式の多点のオートフォーカスセンサ(以下、多点AF系という)90(図3参照)と、ウエハステージWSTの位置情報を計測するためのエンコーダ6(図3参照)と、を備えている。空間像計測系は例えばウエハステージWST内に設けられている。アライメント系ALは、ウエハWの2層目以降のレイヤに露光する際に、ウエハWの表面Waの各ショット領域SAに付設されたアライメントマーク(ウエハマーク)のうちから選択された所定のウエハマークの位置を検出するために使用される。

#### 【0031】

アライメント系ALは、図2に示すように、一例として投影光学系PLに対して-Y方向に離れて配置されたウエハWの直径程度の長さの領域に、X方向(非走査方向)にほぼ等間隔で配列された5眼のアライメント系ALc, ALb, ALa, ALd, ALeから構成され、5眼のアライメント系ALa~ALeで同時にウエハWの異なる位置のウエハマークを検出できるように構成されている。また、アライメント系ALa~ALeに対して-Y方向に離れた位置で、かつある程度-X方向及び+X方向にシフトした位置に、それぞれウエハWをロードするときのウエハステージWSTの中心位置であるローディング位置LP、及びウエハWをアンロードするときのウエハステージWSTの中心位置であるアンローディング位置UPが設定されている。ローディング位置LPの上方(+Z方向)

10

20

30

40

50

に、図 1 に示すように、ウエハ受け渡し装置 6 6 が配置されている。

【 0 0 3 2 】

図 1 において、ウエハ受け渡し装置 6 6 の本体部 6 7 は、一例として計測フレーム 1 6 とは独立に支持されたフレーム部材 F R 1 に、Z 方向に移動可能に支持されている。また、ローディング位置 L P の近くに、コータ・デベロッパ（不図示）側から露光装置 E X にウエハ W を搬入するウエハ搬送口ポット W L D が設置されている。ウエハ搬送口ポット W L D は、一例として、床面に設置された本体部 6 4 と、本体部 6 4 に対して順次回転可能に設けられた第 1 及び第 2 の中間アーム 6 3 , 6 2 と、第 2 の中間アーム 6 2 の先端部に回転可能に設けられるとともに、ウエハ W を真空吸着で保持して搬送するフォーク形の搬送アーム 6 1（図 8（A）参照）とを有する。ウエハ搬送口ポット W L D の搬送アーム 6 1 は、- Y 方向側に設置された回転テーブル（不図示）に載置されたウエハ W をウエハ受け渡し装置 6 6 の下方まで搬送する。ウエハ受け渡し装置 6 6 及びウエハ搬送口ポット W L D の動作は搬送制御系 5 0（図 3 参照）によって制御される。

10

【 0 0 3 3 】

また、ウエハ受け渡し装置 6 6 の本体部 6 7 の周囲に、ウエハ W の裏面に形成されたマーク 4 6（図 4（B）参照）及びこの近傍のエッジ部の位置情報（角度情報を含む、以下同様）を検出するマーク検出部 5 2、並びにウエハ W の互いに異なる 2 箇所のエッジ部の位置情報を検出する 2 つのエッジ検出部 5 3 A , 5 3 B が配置されている。一例として、マーク検出部 5 2 は、図 4（A）及び（B）に示すウエハ W の裏面の被検領域でマーク 4 6 の像を撮像すると同時に、マーク 4 6 の近傍のウエハ W のエッジ部の像を撮像する。図 4（A）のマーク検出部 5 2 による被検領域 F V B は、実質的にウエハ W の裏面のマーク 4 6 を含む第 1 の被検領域（第 1 の視野）、及びそのマーク 4 6 の近傍のエッジ部を含む第 2 の被検領域（第 2 の視野）を合わせた領域である。エッジ検出部 5 3 A , 5 3 B は、被検領域 F V B とともにウエハ W のエッジ部をほぼ等角度間隔で分割した位置にある 2 つの被検領域（視野）F V A 2 , F V A 1 でウエハ W のエッジ部の像を撮像する。

20

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、マーク検出部 5 2 及びエッジ検出部 5 3 A , 5 3 B は、それぞれウエハ W のエッジ部の近傍のウエハ W の表面にあるパターン及びある領域内の反射率分布をも検出可能である。マーク検出部 5 2 及びエッジ検出部 5 3 A , 5 3 B の検出信号は演算部 5 5（図 3 参照）に供給される。演算部 5 5 は、それらの検出信号を処理してウエハ W の中心の X 方向、Y 方向の位置、及びウエハ W の回転角（例えばウエハ W のマーク 4 6 に平行な方向と、ステージ座標系（X , Y , Z）の Y 軸に平行な軸とがなす角度）を算出し、算出結果を主制御装置 2 0 に供給する。演算部 5 5 には磁気記憶装置等の記憶部 5 6 が接続されている。

30

【 0 0 3 5 】

照明系 I L S、補助レチクル R A を備えるレチクルステージ R S T、及び投影光学系 P L を含んで、ウエハ W のエッジ部の近傍のウエハ W の表面に、ウエハ W の裏面のマーク 4 6 の代替マークを形成するためのパターン 2 1 の像を露光する露光部よりなるマーク形成部が構成されている。この露光部、ウエハ受け渡し装置 6 6、搬送制御系 5 0、マーク検出部 5 2、エッジ検出部 5 3 A , 5 3 B、演算部 5 5、及び記憶部 5 6 を含んで、マーク検出装置 8 が構成されている。主制御装置 2 0 は、演算部 5 5 から供給されるウエハ W の中心位置及び回転角を用いて、例えばウエハ W の大まかな位置及び回転角の補正であるプリアライメントを行うことができる。マーク検出装置 8 の詳細な構成及び動作については後述する。なお、搬送制御系 5 0 及び演算部 5 5 は、主制御装置 2 0 を構成するコンピュータのソフトウェア上の互いに異なる機能であってもよい。

40

【 0 0 3 6 】

さらに、図 2 のアンローディング位置 U P の上方には、ウエハ W の搬出時に使用される別のウエハ受け渡し装置（不図示）が配置され、アンローディング位置 U P の近くには、搬出（アンロード）されたウエハ W をコータ・デベロッパ側に搬出する別のウエハ搬送口ポット（不図示）が配置されている。なお、ウエハ受け渡し装置 6 6 によってその搬出用

50

のウエハ受け渡し装置を兼用することも可能である。

【0037】

また、図2において、多点AF系90の照射系90a及び受光系90bは、一例としてアライメント系ALa~ALeと投影光学系PLとの間の領域に沿って配置されている。この構成によって、ローディング位置LPでウエハWをウエハステージWSTにロードした後、ウエハステージWSTを駆動して、ウエハWをから投影光学系PLの下方の露光開始位置までほぼY方向に移動することによって、多点AF系90によるウエハ表面のZ位置の分布の計測、及びアライメント系ALa~ALeによるウエハ表面の複数のウエハマークの位置計測を効率的に行うことができる。多点AF系90及びアライメント系ALの計測結果は主制御装置20に供給される。

10

【0038】

図1において、ウエハステージWSTは、不図示の複数の例えば真空予圧型空気静圧軸受(エアパッド)を介して、ベース盤WBのXY平面に平行な上面WBaに非接触で支持されている。ウエハステージWSTは、例えば平面モータ、又は直交する2組のリニアモータを含むステージ駆動系18(図3参照)によってX方向及びY方向に駆動可能である。ウエハステージWSTは、X方向、Y方向に駆動されるステージ本体30と、ステージ本体30上に搭載されたZステージ部としてのウエハテーブルWTBと、ステージ本体30内に設けられて、ステージ本体30に対するウエハテーブルWTBのZ位置、及びx方向、y方向のチルト角を相対的に微小駆動するZステージ駆動部とを備えている。ウエハテーブルWTBの中央の開口の内側には、ウエハWを真空吸着等によってほぼXY平面に平行な載置面上に保持するウエハホルダ44が設けられている。

20

【0039】

本実施形態では、ウエハステージWSTのウエハテーブルWTB及びウエハホルダ44を含む部分(Zステージ部)は、ステージ本体30に対してz方向に指定された角度だけ回転可能に構成されている。主制御装置20がステージ駆動系18を介してそのZステージ部のz方向の回転角を制御する。なお、Zステージ部のみを回転するのではなく、ステージ本体30及びZステージ部を全体としてz方向に回転するようにしてもよい。

【0040】

また、ウエハテーブルWTBの上面には、ウエハWの表面とほぼ同一面となる、液体Lqに対して撥液化処理された表面を有し、かつ外形(輪郭)が矩形でその中央部にウエハWの載置領域よりも一回り大きな円形の開口が形成された高い平面度の平板状のプレート体28が設けられていてもよい。

30

なお、上述の局所液浸装置38を設けたいわゆる液浸型の露光装置の構成にあっては、プレート体28は、さらに図2に示されるように、その円形の開口28aを囲む、外形(輪郭)が矩形で、表面に撥液化処理が施されたプレート部(撥液板)28b、及びプレート部28bを囲む周辺部28eを有する。周辺部28eの上面に、プレート部28bをY方向に挟むようにX方向に細長い1対の2次元の回折格子12A, 12Bが固定され、プレート部28bをX方向に挟むようにY方向に細長い1対の2次元の回折格子12C, 12Dが固定されている。回折格子12A~12Dは、それぞれX方向、Y方向を周期方向とする周期が1 $\mu$ m程度の2次元の格子パターンが形成された反射型の回折格子である。

40

【0041】

図1において、計測フレーム16の底面に、投影光学系PLをX方向に挟むように、回折格子12C, 12Dに計測用のレーザ光(計測光)を照射して、回折格子に対するX方向、Y方向、Z方向の3次元の相対位置を計測するための複数の3軸の検出ヘッド14が固定されている。さらに、計測フレーム16の底面に、投影光学系PLをY方向に挟むように、回折格子12A, 12Bに計測用のレーザ光を照射して、回折格子に対する3次元の相対位置を計測するための複数の3軸の検出ヘッド14が固定されている(図2参照)。さらに、複数の検出ヘッド14にレーザ光(計測光及び参照光)を供給するための一つ又は複数のレーザ光源(不図示)も備えられている。

【0042】

50

図 2 において、投影光学系 P L を介してウエハ W を露光している期間では、Y 方向の一行 A 1 内のいずれか 2 つの検出ヘッド 1 4 は、回折格子 1 2 A 又は 1 2 B に計測光を照射し、回折格子 1 2 A , 1 2 B から発生する回折光と参照光との干渉光の検出信号を対応する計測演算部 4 2 ( 図 3 参照 ) に供給する。これと並列に、X 方向の一行 A 2 内のいずれか 2 つの検出ヘッド 1 4 は、回折格子 1 2 C 又は 1 2 D に計測光を照射し、回折格子 1 2 C , 1 2 D から発生する回折光と参照光との干渉光の検出信号を対応する計測演算部 4 2 ( 図 3 参照 ) に供給する。これらの一行 A 1 及び一行 A 2 の検出ヘッド 1 4 用の計測演算部 4 2 では、ウエハステージ W S T ( ウエハ W ) と計測フレーム 1 6 ( 投影光学系 P L ) との X 方向、Y 方向、Z 方向の相対位置 ( 相対移動量 ) を例えば 0 . 5 ~ 0 . 1 n m の分解能で求め、それぞれ求めた計測値を切り替え部 9 2 A 及び 9 2 B に供給する。計測値の切り替え部 9 2 A , 9 2 B では、回折格子 1 2 A ~ 1 2 D に対向している検出ヘッド 1 4 に対応する計測演算部 4 2 から供給される相対位置の情報を主制御装置 2 0 に供給する。

10

#### 【 0 0 4 3 】

一行 A 1 及び一行 A 2 内の複数の検出ヘッド 1 4、レーザ光源 ( 不図示 )、複数の計測演算部 4 2、切り替え部 9 2 A , 9 2 B、及び回折格子 1 2 A ~ 1 2 D から 3 軸のエンコーダ 6 が構成されている。このようなエンコーダ及び上述の 5 眼のアライメント系の詳細な構成については、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 9 4 5 9 3 号明細書に開示されている。主制御装置 2 0 は、エンコーダ 6 から供給される相対位置の情報に基づいて、計測フレーム 1 6 ( 投影光学系 P L ) に対するウエハステージ W S T ( ウエハ W ) の X 方向、Y 方向、Z 方向の位置、及び z 方向の回転角等の情報を求め、この情報に基づいてステージ駆動系 1 8 を介してウエハステージ W S T を駆動する。

20

#### 【 0 0 4 4 】

なお、エンコーダ 6 と並列に、又はエンコーダ 6 の代わりに、ウエハステージ W S T の 3 次元的な位置を計測するレーザ干渉計を設け、このレーザ干渉計の計測値を用いて、ウエハステージ W S T を駆動してもよい。

そして、露光装置 E X の露光時には、基本的な動作として先ずレチクル R 及びウエハ W のアライメントが行われる。その後、レチクル R への照明光 I L の照射を開始して、投影光学系 P L を介してレチクル R のパターンの一部の像をウエハ W の表面の一つのショット領域に投影しつつ、レチクルステージ R S T とウエハステージ W S T とを投影光学系 P L の投影倍率を速度比として Y 方向に同期して移動 ( 同期走査 ) する走査露光動作によって、そのショット領域にレチクル R のパターン像が転写される。その後、ウエハステージ W S T を介してウエハ W を X 方向、Y 方向に移動する動作 ( ステップ移動 ) と、上記の走査露光動作とを繰り返すことによって、例えば液浸法でかつステップ・アンド・スキャン方式でウエハ W の全部のショット領域にレチクル R のパターン像が転写される。

30

#### 【 0 0 4 5 】

この際に、エンコーダ 6 の検出ヘッド 1 4 においては、計測光及び回折光の光路長はレーザ干渉計に比べて短いため、レーザ干渉計と比べて、計測値に対する空気揺らぎの影響が非常に小さい。このため、レチクル R のパターン像をウエハ W に高精度に転写できる。なお、本実施形態では、計測フレーム 1 6 側に検出ヘッド 1 4 を配置し、ウエハステージ W S T 側に回折格子 1 2 A ~ 1 2 D を配置している。この他の構成として、計測フレーム 1 6 側に回折格子 1 2 A ~ 1 2 D を配置し、ウエハステージ W S T 側に検出ヘッド 1 4 を配置してもよい。

40

#### 【 0 0 4 6 】

次に、ウエハ W の裏面のマーク 4 6 の位置情報を含むウエハ W の位置情報を検出するための本実施形態のマーク検出装置 8 の構成及び動作につき詳細に説明する。

図 5 ( A ) は図 1 中のマーク検出装置 8 の機構部を示す平面図、図 5 ( B ) は図 5 ( A ) の B B 線に沿う断面図である。なお、図 5 ( A ) は、図 5 ( B ) の A A 線に沿う断面図でもある。マーク検出装置 8 の機構部は、上述の露光部の他に、ウエハ受け渡し装置 6 6、マーク検出部 5 2、及びエッジ検出部 5 3 A , 5 3 B を備えている。図 5 ( B ) において、ウエハ受け渡し装置 6 6 は、円板状の本体部 6 7 と、本体部 6 7 の上面に固定される

50

とともに、フレーム部材FR1に形成された開口内にZ方向に移動可能に配置された円柱状のライド部材69と、ライド部材69の上端に固定されたフランジ部69Fと、フレーム部材FR1に対してフランジ部69FのZ方向の位置を制御する複数のアクチュエータ70と、を有する。アクチュエータ70としては、例えば直動型のねじ機構、又はエアシリンダ等が使用可能であり、フランジ部69FのZ位置を計測するセンサ(不図示)も装着されている。図3の搬送制御系50がそのセンサの計測値に基づいてアクチュエータ70を駆動することで、フランジ部69Fにライド部材69を介して連結された本体部67のZ位置を制御できる。なお、本体部67のZ位置を制御する機構としては、アクチュエータ70を用いる機構以外の任意の機構を使用できる。

#### 【0047】

また、本体部67はウエハWよりもわずかに大きい円形である。そして、ウエハ受け渡し装置66は、本体部67の底面に固定された複数の短い円柱状の非接触の吸引装置(以下、サクシオンカップという。)68と、本体部67の側面にほぼ等角度間隔(ここでは120度間隔)で固定された連結部材71A, 71B, 71C(図5(A)参照)と、連結部材71A, 71B, 71Cに対して回転用のモータ71Am, 71Bm等によって回転可能に取り付けられたL字形の吸着部72A, 72B, 72Cとを備えている。サクシオンカップ68は、ベルヌーイカップ又はベルヌーイチャックと呼ぶこともできる。吸着部72A~72Cの先端部は、代表的に点線の位置B5で示すように、それぞれ対応するモータ71Am等によって本体部67の側面方向に退避可能である。さらに、吸着部72A~72Cの先端部は、それぞれ対応するモータ71Am等によって本体部67の底面と平行になるまで回転可能であり、この状態で吸着部72A~72Cの先端部にウエハWを支持可能である。吸着部72A~72Cの先端部には真空吸着用穴(不図示)が設けられ、この穴から可撓性を持つ配管(不図示)を介して真空ポンプ(不図示)で気体を吸引することで、ウエハWを吸着保持できる。

#### 【0048】

図5(B)は、本体部67の底面の複数のサクシオンカップ68に所定間隔を隔てて対向するように、吸着部72A~72Cの先端部でウエハWを保持している状態を示す。図5(A)に示すように、複数のサクシオンカップ68は、一例としてウエハWの表面の中心及び複数の同心円状に配置された位置に対向するように配置されている。なお、図5(A)において、本体部67は2点鎖線で表されている。

#### 【0049】

サクシオンカップ68は、矢印B1で示すように、それぞれほぼウエハWに対向する面に沿って放射状に可変の流量で清浄な気体を噴き出しており、その面とウエハWとの距離が大きくなると、ベルヌーイ効果による負圧が発生してウエハWがサクシオンカップ68側に吸引され、その面とウエハWとの距離が小さくなると、圧力エアクッション効果によってウエハWをサクシオンカップ68から離す力が作用する。この結果、サクシオンカップ68とウエハWとの距離を、非接触でその気体の流量に応じた値に維持できる。そして、搬送制御系50が、複数のサクシオンカップ68とウエハWとの距離を互いに独立に制御することで、実質的に非接触に保持しているウエハWの形状を例えばウエハステージWST側に凸となる形状(以下、下凸形状という)を含む任意の形状に設定できる。例えば複数のサクシオンカップ68によってウエハWを下凸形状にして非接触に保持し、ウエハWの下方にウエハステージWSTのウエハホルダ44を移動し、吸着部72A~72Cの先端部を本体部67の側面方向に退避させて、アクチュエータ70を駆動して本体部67をウエハホルダ44側に降下させることで、大型のウエハWを変形させることなくウエハホルダ44の上面に載置することができ、ウエハWの残留歪みの発生を防止できる。

#### 【0050】

また、マーク検出部52は、連結部材71A(吸着部72A)の近傍で本体部67に固定された第1光学系54Aと、吸着部72Aに装着された第2光学系54Bと、を有する。また、エッジ検出部53A及び53Bは、それぞれ連結部材71B及び71Cの近傍で本体部67に固定されている。なお、マーク検出部52の第1光学系54A及びエッジ検

10

20

30

40

50

出部 5 3 A , 5 3 B は、フレーム部材 F R 1 に固定してもよい。

【 0 0 5 1 】

図 6 ( A ) は、図 5 ( B ) 中のマーク検出部 5 2 を示す。図 6 ( A ) において、ウエハ W はウエハ受け渡し装置 6 6 の吸着部 7 2 A ( 不図示 ) の先端部に保持され、ウエハ W の裏面にマーク 4 6 が形成されている。また、マーク検出部 5 2 の第 1 光学系 5 4 A は、ウエハ W のフォトレジストに対する感光性の低い波長域である例えば可視域の検出用の光 ( 以下、検出光という ) をほぼ - Z 方向に射出する光源 7 3 を有する。一例として、光源 7 3 は発光ダイオード ( L E D ) であるが、光源 7 3 として、ランプとライトガイドとの組み合わせ等も使用できる。光源 7 3 から射出される検出光のうち、ウエハ W のエッジ部の検出に使用される第 1 検出光 D L 1 を点線で表し、ウエハ W の裏面のマーク 4 6 の検出に使用される第 2 検出光 D L 2 を実線で表している。なお、後述するウエハ W 上面に形成される膜材料等の回り込みによるマーク 4 6 が汚染されている可能性を考慮して、少なくとも第 2 検出光 D L 2 は波長帯域が広い光 ( ブロードバンドな検出光 ) を用いることが好ましい。

10

【 0 0 5 2 】

第 1 光学系 5 4 A は、光源 7 3 から射出された検出光 D L 1 , D L 2 をそれぞれ集光及びコリメートする照明用の第 1 レンズ系 7 4 A 及び第 2 レンズ系 7 4 B と、そのコリメートされた検出光 D L 1 , D L 2 をほぼ - Y 方向に反射するミラー M 1 と、ミラー M 1 で反射された検出光 D L 1 , D L 2 の一部をほぼ - Z 方向のウエハ W 側に向かう検出光 D L 1 , D L 2 として分岐するハーフプリズム 7 6 と、分岐された検出光 D L 1 , D L 2 を集光する第 1 対物レンズ系 7 7 A と、を有する。さらに、第 1 光学系 5 4 A は、第 1 対物レンズ系 7 7 A とともに結像光学系を形成する第 2 対物レンズ 7 7 B と、C C D 型又は C M O S 型等の 2 次元の撮像素子 7 9 と、撮像素子 7 9 の受光面の一部の領域の前面に配置されて第 2 検出光 D L 2 の光路長を補正する光路長補正用ガラス板 8 0 と、ミラー M 1 とハーフプリズム 7 6 との間に配置された照明用の開口絞り ( 以下、照明絞りという ) 7 5 A と、ハーフプリズム 7 6 と第 2 対物レンズ系 7 7 B との間に配置された結像用の開口絞り 7 5 B と、を有する。第 1 光学系 5 4 A は鏡筒部材 ( 不図示 ) に支持されている。

20

【 0 0 5 3 】

一例として、ウエハ W のエッジ部は被検領域 ( 視野 ) の中心部にあり、ウエハ W の裏面のマーク 4 6 は被検領域の周辺部にあるため、照明絞り 7 5 A 内で第 1 検出光 D L 1 はほぼ光軸に平行であり、第 2 検出光 D L 2 は光軸に対して比較的大きく傾斜している。また、ウエハ受け渡し装置 6 6 の吸着部 7 2 A ( 図 6 ( A ) では不図示 ) 内にウエハ W の裏面のマーク 4 6 に対向するように、マーク検出部 5 2 の第 2 光学系 5 4 B としての直角プリズム形の光学部材 8 2 が設けられている。一例として、光学部材 8 2 は、ウエハ W の裏面に平行な入射面と、この入射面に 4 5 度で交差するとともに互いに直交する 2 つの反射面とを有する。

30

【 0 0 5 4 】

図 6 ( B ) の部分拡大図で示すように、光学部材 8 2 の入射面は、ウエハ W のエッジ部及びこの近傍の領域に対向する部分が反射面 8 2 b となり、反射面 8 2 b に Y 方向に接する部分 ( マーク 4 6 に対向する部分を含む ) が透過面 8 2 a , 8 2 c ( 図 6 ( C ) 参照 ) となっている。図 6 ( C ) は図 6 ( B ) 内の光学部材 8 2 の平面図である。図 6 ( C ) に示すように、光学部材 8 2 の入射面の透過面 8 2 c に X 方向に隣接する部分が反射面 8 2 d , 8 2 e となり、反射面 8 2 d , 8 2 e 中に Y 方向に細長いライン状の指標マーク 8 3 A , 8 3 B が形成されている。一例として、指標マーク 8 3 A , 8 3 B は反射面 8 2 d , 8 2 e の他の領域よりも反射率が低い領域 ( 黒色部 ) であるが、指標マーク 8 3 A , 8 3 B を他の領域よりも反射率が高い領域としてもよい。

40

【 0 0 5 5 】

マーク検出部 5 2 において、第 1 対物レンズ系 7 7 A から射出された第 1 検出光 D L 1 は光学部材 8 2 の反射面 8 2 b ( 図 6 ( B ) 参照 ) に入射する。その反射面 8 2 b で反射された第 1 検出光 D L 1 は、ウエハ W のエッジ部の外側を通過し、第 1 対物レンズ系 7 7

50

A、ハーフプリズム76A、及び第2対物レンズ系77Bを介して、撮像素子79の受光面の中央部にウエハWのエッジ部の像を形成する。

【0056】

一方、第1対物レンズ系77Aから射出された第2検出光DL2は、光学部材82の透過面82a、光学部材82の直交する2つの反射面、及び光学部材82の透過面82c(図6(C)参照)を介して、ウエハWの裏面のマーク46を含む被検領域に入射する。さらに、光学部材82の直交する2つの反射面で反射された第2検出光DL2の一部は、図6(C)の透過面82cを挟むように設けられた2つの指標マーク83A、83Bを照明する。マーク46を含む被検領域で反射されて光学部材82の透過面82cを通過した光束、及び指標マーク83A、83Bを含む領域で反射された光束を含む第2検出光DL2は、光学部材82の直交する2つの反射面、及び光学部材82の透過面82aを介して第1対物レンズ系77Aに戻される。第1対物レンズ系77Aに戻された第2検出光DL2は、ハーフプリズム76A、第2対物レンズ系77B、及び光路長補正用ガラス板80を介して、撮像素子79の受光面の周辺部に、ウエハWのマーク46の像及び指標マーク83A、83Bの像を形成する。

10

【0057】

本実施形態では、図5(A)の吸着部72A~72CによりウエハWを保持した状態で、図6(A)のマーク検出部52において、対物レンズ系77A、77Bよりなる結像光学系に関して、ウエハWの表面と撮像素子79の受光面とは光学的に共役である。また、その結像光学系、光学部材82、及び光路長補正用ガラス板80に関して、ウエハWの裏面(マーク46が形成されている面)と撮像素子79の受光面とは光学的に共役である。このため、撮像素子79の受光面にはウエハWのエッジ部の像及び裏面のマーク46の像がそれぞれ高いコントラストで形成される。撮像素子79がそれらの像を撮像して得られる検出信号(ここでは撮像信号)は、図3の演算部55に供給される。演算部55でその検出信号を処理することでマーク46及びマーク46の近傍のウエハWのエッジ部の位置情報が求められる。

20

【0058】

また、図5(A)のエッジ検出部53A、53Bは、それぞれ図6(A)のマーク検出部52の第1光学系54Aと同様の構成である。エッジ検出部53A及び53Bは、それぞれ対応する被検領域FVA2、FVA1内のウエハWのエッジ部の像を撮像し、得られる検出信号(撮像信号)を演算部55に供給する。演算部55においてその検出信号を処理することで、対応するエッジ部の位置情報を求めることができる。

30

【0059】

次に、本実施形態の露光装置EXにおいて、マーク検出装置8を用いてウエハWの裏面のマーク46の位置情報等を検出する検出方法、及びこの検出方法を用いる露光方法の一例につき図7のフローチャートを参照して説明する。この方法の動作は主制御装置20及び搬送制御系50によって制御される。まず、図7のステップ102において、図1のレチクルステージRSTにレチクルRがロードされ、レチクルRのアライメントが行われる。この際に、補助レチクルRAのアライメントは予め行われている。その後、不図示のコータ・デベロッパからウエハ搬送口ポットWLDの搬送アーム61に、フォトレジストが塗布されたウエハWが受け渡され、ウエハWを保持した搬送アーム61の先端部が、図8(A)に示すように、ウエハ受け渡し装置66の複数のサクシジョンカップ68の下方に移動する(ステップ104)。なお、図8(B)は、図8(A)のBB線に沿う断面図であり、図8(A)は図8(B)のAA線に沿う断面図に相当する。

40

【0060】

この際に、本体部67に装着された3つの吸着部72A~72Cは、代表的に図8(B)の点線の位置B4、B5で示すように、Y方向に移動するウエハWと衝突しない位置に退避している。搬送アーム61の2本のアーム部61a、61bの間には、吸着部72Aが通過できるだけの隙間が確保されている。その後、図8(B)に実線で示すように、吸着部72A~72Cを回転させて、吸着部72A~72Cの先端部でウエハWを保持し、

50

ウエハ受け渡し装置 66 の本体部 67 をわずかに + Z 方向に上昇させることによって、搬送アーム 61 からウエハ受け渡し装置 66 にウエハ W が受け渡される (ステップ 106)。この動作とほぼ並行して、ウエハステージ WST は、ウエハ受け渡し装置 66 の下方のウエハのローディング位置 LP に移動する。そして、搬送アーム 61 は、矢印 B8 で示すように - Y 方向に移動する。

#### 【0061】

その後、図 5 (A)、(B) に示すように、マーク検出部 52 の第 1 光学系 54 A から検出光 DL1, DL2 をウエハ W のエッジ部を含む被検領域に照射し、吸着部 72 A 内の第 2 光学系 54 B (図 6 (B) の光学部材 82) で反射される第 1 検出光 DL1 によって、第 1 光学系 54 A 内の撮像素子 79 (図 6 (A) 参照) の受光面にそのエッジ部の像を形成する。これと同時に、ウエハ W の裏面で反射される第 2 検出光 DL2 及び図 6 (C) の指標マーク 83 A, 83 B を含む領域で反射される第 2 検出光 DL2 を第 2 光学系 54 B を介して受光し、撮像素子 79 の受光面にウエハ W の裏面のマーク 46 及び指標マーク 83 A, 83 B の像を形成する。撮像素子 79 の検出信号は演算部 55 に供給される。

10

#### 【0062】

演算部 55 ではその検出信号を処理して、一例として、指標マーク 83 A, 83 B を基準として、ウエハ W のエッジ部の X 方向、Y 方向の位置を含む第 1 の位置情報、並びにマーク 46 の中心の X 方向、Y 方向の位置、及びマーク 46 の回転角を含む第 2 の位置情報を求める (ステップ 108)。一例として、指標マーク 83 A, 83 B に平行な方向の、ステージ座標系 (X, Y, Z) の Y 軸に対する角度 (傾斜角) は既知である。そこで、ウエハ裏面のマーク 46 の回転角として、例えばステージ座標系 (X, Y, Z) の Y 軸に対する傾斜角が求められる。なお、指標マーク 83 A, 83 B を使用することなく、例えば撮像素子 79 内の所定の位置の一つ又は複数の画素 (例えば中心及び周辺の 4 箇所の画素) を基準としてその第 1 及び第 2 の位置情報を求めてもよい。

20

#### 【0063】

また、ステップ 108 と実質的に並行に、エッジ検出部 53 A, 53 B からウエハ W のエッジ部を含む被検領域 FVA2, FVA1 内に検出光を照射し、2 箇所のエッジ部の像を撮像して得られる検出信号を演算部 55 に供給する。演算部 55 は、その検出信号から対応する 2 つのエッジ部の像の X 方向、Y 方向の位置を含む第 3 の位置情報を求める (ステップ 110)。さらに、演算部 55 は、そのウエハ W の 3 つのエッジ部の像の位置、及びマーク 46 の像の回転角より、ウエハ W の中心のステージ座標系における X 方向、Y 方向の位置、及びマーク 46 (ひいてはウエハ W 自体) のステージ座標系の Y 軸に対する回転角を算出し、算出結果を記憶部 56 に記憶するとともに、主制御装置 20 に供給する (ステップ 112)。

30

#### 【0064】

そして、図 5 (B) の状態からウエハ受け渡し装置 66 の複数のサクシオンカップ 68 でウエハ W を下凸形状となるように非接触で保持した状態で、ウエハ受け渡し装置 66 の本体部 67 を - Z 方向に降下させながら、吸着部 72 A ~ 72 C を外側に退避させる。さらに、本体部 67 とともにウエハ W を降下させて、ウエハ W の中央部がウエハステージ WST のウエハホルダ 44 の表面に接触したときに、ウエハホルダ 44 側の真空吸着を開始し、複数のサクシオンカップ 68 の保持を解除することで、ウエハ W の裏面の全面がウエハホルダ 44 に載置され、吸着される (ステップ 114)。この際に、ステップ 112 で求められたウエハ W の中心位置がウエハホルダ 44 の中心に来るように、ウエハステージ WST の X 方向、Y 方向の位置を補正しておいてもよい。この場合には、この補正をウエハ W の位置の補正とみなすこともできる。その後、ウエハ受け渡し装置 66 の本体部 67 は上昇する。

40

#### 【0065】

そして、主制御装置 20 は、一例として、ステージ駆動系 18 を介して、ステップ 112 で求められたマーク 46 (ウエハ W) の回転角が既知の目標値になるようにウエハステージ WST (又はウエハホルダ 44 が固定された部分) の回転角を補正し、ステップ 11

50

2で求められたウエハWの中心位置が目標位置に来るようにウエハステージWSTをX方向、Y方向に移動する(ステップ116)。これによって、ウエハWのプリアライメントが行われたことになる。プリアライメントを行うことによって、ウエハWの1層目のレイヤに露光する場合には、ウエハWの多数のショット領域SAの配列方向が、例えばウエハWのマーク46で規定される方向に応じて設定される。さらに、ウエハWの2層目以降のレイヤに露光する場合には、プリアライメントが行われているため、ウエハWの表面の検出対象のショット領域SAに付設されたウエハマークを迅速にアライメント系ALの被検領域(視野)内に追い込むことができ、ウエハWの最終的なアライメント(ファイナライメント)を効率的に行うことができる。

#### 【0066】

その後、ウエハステージWSTを駆動してウエハWを投影光学系PLの下方(露光位置)に移動する過程で、アライメント系ALを用いてウエハWのアライメントが行われる(ステップ118)。そして、図1のレチクルステージRSTを駆動して、補助レチクルRAの代替マーク用パターン21を照明系ILSの照明領域IAR内の中央に移動し、照明系ILS内のレチクルブラインドを用いて、代替マーク用パターン21を含む狭い領域にのみ照明光ILが照射されるように照明領域を制限する。さらに、ウエハステージWSTを駆動して、図9(A)に示すように、例えばマーク検出部52の被検領域FVBとなっていた領域内のウエハWの表面のエッジ部Wfに近い領域26Aの一部を、図1の投影光学系PLの露光領域IA内に移動する。その領域26Aは、完全なショット領域SAが形成されない領域(いわゆる欠けショットとなる領域)であり、かつデバイス用のレチクルRのパターンの像が露光されないウエハWの周辺領域である。

#### 【0067】

そして、図9(B)に示すように、ウエハWの裏面のマーク46に対向するウエハWの表面Waの領域26A内に、補助レチクルRAの代替マーク用パターン21の像(代替マーク像)21APを露光する(ステップ120)。なお、この代替マーク用パターン21は、後述のとおりウエハWの裏面のマーク46との位置関係が予め考慮されて露光される。このとき主制御装置20は、マーク46と代替マーク用パターン21との位置関係を記憶しておいてもよし、露光装置EXの主制御装置20がアクセス可能な外部のデータベースに保存されていてもよい。

#### 【0068】

一例として、ウエハWのフォトリソがポジ型である場合、像21APは、Y方向に配列された複数(ここでは3本)の光量の大きいラインパターン部と、X方向に配列された複数(ここでは3本)の光量の大きいラインパターン部とから構成されている。なお、図9(B)及び(C)内の代替マーク用パターン21の像21AP、21CPは、ショット領域SAに対して相対的に大きく表されている。また、代替マーク用パターン21は、デバイス用パターンのうちの最も微細なパターンと比べると線幅が広いため、代替マーク用パターン21の像は液浸方式を使用することなく、ドライ方式で露光してもよい。

#### 【0069】

さらに、ウエハステージWSTを駆動して、図9(A)に示すように、エッジ検出部53A及び53Bの被検領域FVA2、FVA1となっていた領域内のウエハWの表面のエッジ部Wfに近い領域26C及び26Bの一部を、順次、投影光学系PLの露光領域IA内に移動し、それぞれ代替マーク用パターン21の像21CP及び21BPを露光する。領域26C及び26Bも図9(C)に示すようにレチクルRのパターンの像が露光されないウエハWの周辺領域にある。

#### 【0070】

これらの像21AP~21CPの露光時のウエハステージWSTのステージ座標系における位置情報が演算部55に供給されている。演算部55では、像21AP~21CPを露光したときのウエハステージWSTの位置情報から、像21AP~21CPの各中心のX方向、Y方向の位置に基づいて算出されるウエハWの中心位置及び回転角(例えば像21BP、21CPの中心を結ぶ直線に直交する方向の、ステージ座標系のY軸に対する角

10

20

30

40

50

度)を算出する。そして、この算出結果の、ステップ112で算出され、かつステップ116で補正された後のウエハWの中心位置及び回転角(ここでは0度)に対するオフセット(x, y)及び を求め、これらのオフセット(x, y)及び を記憶部56に記憶する(ステップ122)。その傾斜角のオフセット は、ウエハWの裏面のマーク46の方向に対する、像21AP~21CP(ひいては後述の代替マーク21AM~21CM)の各中心から求められるウエハWの回転角のオフセット角(相対角度)とすることができる。

#### 【0071】

その後、例えばステップ118のアライメントの結果を用いてウエハWを駆動することで、ウエハWの各ショット領域にレチクルRのパターンの像が走査露光される(ステップ124)。その後、ウエハステージWSTをアンローディング位置UPに移動し、例えば別のウエハ受け渡し装置を降下させ、ウエハホルダ44からそのウエハ受け渡し装置にウエハWを受け渡すことで、ウエハWがアンロードされる(ステップ126)。アンロードされたウエハWはコータ・デベロッパ(不図示)に搬送されて現像され(ステップ130)、その後、例えばエッチング工程(ステップ132)を経て次のレイヤのパターン形成工程(ステップ134)に移行する。また、露光装置EXにおいて、次のウエハに露光する場合には(ステップ128)、次のウエハに対してステップ104~126の動作が繰り返される。

#### 【0072】

そのステップ132を経たウエハWの表面には、図9(A)に示すように、マーク検出部52の被検領域FVB、及びエッジ検出部53A, 53Bの被検領域FVA2, FVA1となる領域に、それぞれ2次元の代替マーク21AM, 21CM, 21BMが形成されている。代替マーク21AM等は、それぞれ代替マーク用パターン21の像21AP等の光量の大きい部分が凹部となった凹凸マークである。その後、代替マーク21AM, 21CM, 21BMが形成されたウエハWの次のレイヤに露光を行う場合には、適宜、代替マーク21AM, 21CM, 21BMを用いたマーク検出が行われる。例えばウエハWの表面に対する露光動作が繰り返されると、ウエハWの裏面にレジスト材料などの膜材料(異物)が回り込むことがある。そして回り込んだ膜材料が異物としてウエハWの裏面のマーク46に付着した場合、マーク検出部52によるマーク46の検出が困難となってしまう可能性がある。また、ウエハWの露光処理などにおいて、マーク46が何らかの原因(磨耗など)でマーク検出部52によるマーク46の検出が困難になる場合も考えられる。

#### 【0073】

上記のような場合には、図7のステップ108, 110の代わりに、ステップ108Aの動作が実行される。

このステップ108Aにおいて、図5(B)に示すように、ウエハ受け渡し装置66の吸着部72A~72CによってウエハWが保持されている状態で、マーク検出部52の第1光学系54Aからの第1検出光DL1がウエハWのエッジ部に照射される。そして、図6(A)の光学部材82で反射された第1検出光DL1、及び図9(A)のウエハWの表面の代替マーク21AMを含む部分で反射された第1検出光DL1が、図5(B)の第1光学系54Aに戻され、第1光学系54A内の撮像素子79(図6(A)参照)によってウエハWのエッジ部及び代替マーク21AMの像が撮像され、この検出信号が演算部55に供給される。なお、このステップ108Aでは、ウエハWのエッジ部の像は必ずしも必要ではない。また、撮像素子79の受光面の周辺部には、ウエハWの裏面のマーク46の不鮮明な像が形成される可能性もあるが、その不鮮明な像は使用されない。

#### 【0074】

この代替マーク21AMの像の撮像と並行して、図5(A)のエッジ検出部53A, 53Bによって図9(A)のウエハWの表面の代替マーク21CM, 21BMの像が撮像され、この検出信号が演算部55に供給される。演算部55では、図7のステップ112に対応する工程で、それらの検出信号を処理して、代替マーク21AM, 21BM, 21CMの中心位置に基づいてウエハWの中心位置及びウエハWの回転角(例えば代替マーク2

10

20

30

40

50

1 B M , 2 1 C M の中心を結ぶ直線に直交する方向の、ステージ座標系の Y 軸に対する角度) を算出する。さらに、演算部 5 5 は、例えばこれらの算出結果からステップ 1 2 2 で記憶した位置及び回転角のオフセット ( x , y ) 及び を差し引いてウエハ W の中心位置及び回転角を求め、求めた結果を記憶部 5 6 に記憶する。

【 0 0 7 5 】

その後、ステップ 1 1 6 でウエハ W の中心及び回転角を補正することで、ウエハ W の中心位置及び回転角は、マーク検出部 5 2 によって検出されるウエハ W の裏面のマーク 4 6 及びウエハ W のエッジ部の位置と、エッジ検出部 5 3 A , 5 3 B によって検出されるウエハ W の 2 箇所のエッジ部の位置とから求められる結果に基づいて設定された場合と同じ位置及び回転角に設定される。

10

【 0 0 7 6 】

この露光方法によれば、ウエハ W の外形に切り欠き部がなく、ウエハ W の裏面にマーク 4 6 が形成されている場合に、マーク検出装置 8 によってマーク 4 6 及びウエハ W の 3 箇所のエッジ部の位置情報を検出し、この検出結果からウエハ W の中心位置及びマーク 4 6 (ウエハ W) の回転角を求めることで、ウエハ W のプリアライメントを行うことができる。従って、ウエハ W の 2 層目以降に露光する場合には、ウエハ W の最終的なアライメントを効率的に行うことができ、レチクル R のパターンの像を高い重ね合わせ精度でウエハ W の各ショット領域に露光できる。また、ウエハ W の 2 層目以降に露光する場合に、ウエハ W の裏面のマーク 4 6 の検出が困難となっても、ウエハ W の表面に形成した代替マーク 2 1 A M ~ 2 1 C M に基づいてウエハ W の中心及び回転角を正確に検出でき、この検出結果に基づいてウエハ W のプリアライメントを正確に行うことができる。

20

【 0 0 7 7 】

なお、図 4 ( F ) に示すように、直径が 3 0 0 m m 等であって、切り欠き部としてノッチ部 N T が設けられている従来のウエハ W 1 を使用する場合、例えば 2 つの被検領域 ( 視野 ) F V A 1 , F V A 2 でウエハ W 1 のエッジ部の位置が検出され、被検領域 F V A 3 でノッチ部 N T の位置及び方向が検出され、これらの検出結果からウエハ W 1 の中心及び回転角が求められていた。一方、図 4 ( G ) に示すように、直径が 3 0 0 m m 等であって、切り欠き部としてオリエンテーションフラット部 O F が設けられているウエハ W 2 を使用する場合、例えば 2 つの被検領域 F V A 2 , F V A 3 でオリエンテーションフラット部 O F の位置及び角度が検出され、被検領域 F V A 1 でウエハ W 2 のエッジ部の位置が検出され、これらの検出結果からウエハ W 2 の中心及び回転角が求められていた。そして、このようにして求められたウエハ W 1 , W 2 の中心及び回転角に基づいてウエハ W 1 , W 2 のプリアライメントが行われていた。

30

【 0 0 7 8 】

これに対して、本実施形態のように外形に切り欠き部がなく、裏面にマーク 4 6 が形成されたウエハ W を使用する場合には、マーク検出装置 8 を用いてそのウエハ裏面のマーク 4 6 の位置情報を検出することによって、ウエハ W のプリアライメントを行うことができる。

また、本実施形態の露光装置によれば、ウエハ受け渡し装置 6 6 を用いてウエハ W を実質的に非接触状態で下凸形状にして、ウエハ W をウエハステージ W S T のウエハホルダ 4 4 に載置している。このため、ウエハ W が 4 5 0 m m ウエハのように大型であっても、ウエハ W の残留歪み等がない状態で、ウエハ W の平面度を高く維持した状態で、ウエハ W をウエハホルダ 4 4 に保持できる。従って、大型のウエハ W を用いて高いスループットを得るとともに、ウエハ W の全面で露光精度 ( 解像度等 ) を高く維持して、レチクル R のパターンの像を高精度に露光できる。

40

【 0 0 7 9 】

上述のように本実施形態の露光装置 E X は、ウエハ W ( 基板 ) に形成されたマークの位置情報 ( 角度情報を含む ) を検出するマーク検出装置 8 を備えている。そして、マーク検出装置 8 は、裏面にマーク 4 6 ( 第 1 マーク ) が形成されたウエハ W を一時的に保持するウエハ受け渡し装置 6 6 ( 基板保持部 ) と、ウエハ受け渡し装置 6 6 にウエハ W が保持さ

50

れている状態で、マーク46の位置情報を検出するマーク検出部52(第1検出部)と、検出されたマーク46の位置情報に基づいて、ウエハWの表面に代替マーク21AM~21CM(第2マーク)を形成するための像21AP~21CMを露光する露光部(照明系ILS、補助レチクルRAを備えるレチクルステージRST、及び投影光学系PL)を含むマーク形成部と、を備えている。さらに、マーク検出装置8は、マーク46と代替マーク21AM~21CMとの位置関係(例えばマーク46の方向に対する、代替マーク21AM~21CMの各中心から求められるウエハWの回転角のオフセット)を記憶する記憶部56と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、代替マーク21AM~21CMの位置情報を検出するマーク検出部52及びエッジ検出部53A, 53B(第2検出部)と、を備えている。

10

**【0080】**

また、本実施形態のウエハWのマークの位置情報を検出するマーク検出方法は、裏面にマーク46が形成されたウエハWをウエハ受け渡し装置66で一時的に保持するステップ106と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、マーク46の位置情報を検出するステップ108と、を有する。さらに、そのマーク検出方法は、検出されたマーク46の位置情報に基づいて、ウエハWの表面に代替マーク21AM~21CMを形成するステップ120, 130, 132と、マーク46と代替マーク21AM~21CMとの位置関係を記憶するステップ122と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、代替マーク21AM~21CMの位置情報を検出するステップ108Aと、を有する。

20

**【0081】**

本実施形態によれば、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、ウエハWの裏面のマーク46の位置情報を検出している。すなわち、ウエハWをウエハステージWSTに載置するまでの搬送中にマーク46を検出しているため、ウエハWが450mmウエハのように大型で、かつ裏面にマーク46が形成されている場合であっても、マーク46の位置情報を効率的に検出できる。さらに、ウエハWの表面に形成される代替マーク21AM~21CMと、ウエハWの裏面のマーク46との位置関係を記憶しているため、マーク46の検出が困難になった場合でも、代替マーク21AM~21CMの位置情報を検出することによって、この検出結果に基づいて、ウエハWの裏面のマーク46の位置情報を検出した場合と同様に、ウエハWの回転角を含む位置情報を検出できる。

30

**【0082】**

また、本実施形態の露光装置EXは、露光用の照明光ILでレチクルRのパターンを照明し、照明光ILでそのパターンを介してウエハWを露光する露光装置であって、マーク検出装置8と、マーク検出装置8によって検出されるウエハWの裏面のマーク46又はウエハWの表面の代替マーク21AM~21CMの位置情報に基づいて、ウエハWの中心の位置及び回転角を補正する主制御装置20(制御部)と、を備えている。そして、露光装置EXによる露光方法は、本実施形態のマーク検出方法を用いてウエハWのマーク46又は代替マーク21AM~21CMの位置情報を検出するステップ108, 108Aと、ウエハWをウエハステージWSTに載置するステップ114と、そのマーク検出方法によって検出された位置情報に基づいて、ウエハWの中心の位置及び回転角を補正するステップ116と、を有する。

40

**【0083】**

本実施形態の露光装置又は露光方法によれば、大型のウエハWを使用することによって高いスループットを得ることができる。さらに、ウエハWの裏面にマーク46が形成されていても、さらにマーク46の検出が困難であっても、そのマーク46又は代替マーク21AM~21CMの位置情報を効率的に検出でき、この検出結果を用いてウエハWの位置及び回転角を補正することでプリアライメントが行われる。このため、その後のウエハWの最終的なアライメントを効率的に行うことができ、より高いスループットを得ることができる。

**【0084】**

50

なお、上記の実施形態では以下のような変形が可能である。

まず、上記の実施形態では、ステップ 116 でウエハ W の中心の位置及び回転角を補正しているが、その位置及び回転角の少なくとも一方を補正するだけでもよい。

また、上記の実施形態では、ウエハ W は一例として 450 mm ウエハであるが、例えば 300 mm ウエハ、又は他の任意の大きさのウエハにおいても、切り欠き部を設ける代わりに裏面にマークを設けるような場合には、上記の実施形態のマーク検出装置 8 と同様の検出装置又は検出方法を用いてそのウエハの裏面のマークを検出し、この検出結果に基づいてそのウエハ W の表面に代替マークを形成しても良い。

【0085】

また、上記の実施形態では、ウエハ W の裏面のマーク 46 の代替マークとして、図 9 (B) のような 2 次元の代替マーク 21AM 等が使用されているが、その代替マークの形状は任意である。例えば、その代替マークとして、図 9 (D) に示すように、棒状の凹部 (又は凸部でもよい、以下同様) よりなる中心部 27Aa と、この中心部 27Aa を X 方向及び Y 方向に挟むようにそれぞれ配置された複数の凹部よりなるラインパターンと、を含む 2 次元のマーク 27A を使用できる。さらに、その代替マークとして、図 9 (E) に示すように、X 方向に細長い凹部よりなる複数のラインパターン 27BY と、ラインパターン 27BY を X 方向に挟むように配置された複数の Y 方向に細長い凹部よりなるラインパターン 27BX と、を含む 2 次元のマーク 27B を使用できる。

【0086】

また、ウエハ W の裏面のマーク 46 の代替マークとして、図 9 (F) に示すように、図 4 (B) のマーク 46 と同様に、Y 方向 (ウエハ W の中心に対して半径方向) に複数の小さい凹部 27Ca を形成した代替マーク 27C を使用することもできる。この代替マーク 27C は、図 4 (B) のマーク 46 と同様に、複数の凹部 27Ca の中心を通る直線の方角をこの代替マーク 27C の方向とみなすことができる。代替マーク 27C を使用するとき、マーク 46 と代替マーク 27C との位置関係として、マーク 46 の方向と代替マーク 27C の方向との間の角度 (相対角度) を記憶してもよい。

【0087】

また、上記の実施形態では、代替マーク 21AP 等はウエハ W の表面のエッジ部 Wf に近い周辺領域に形成されているが、図 9 (B) 又は (C) に示すように、ウエハ W の表面の隣接する複数のショット領域 SA 間のスクライブライン領域 SL 内に、代替マーク 21AP 等を形成してもよい。なお、代替マーク 21AP 等は、実際にはスクライブライン領域 SL 内に容易に収まる程度の大きさである。

【0088】

また、上記の実施形態では、ウエハ W の裏面のマーク 46 の代替マークとして、図 9 (A) に示すように、ウエハ W の表面に 3 個の代替マーク 21AM ~ 21CM を形成している。しかしながら、代替マークは、例えばウエハ W の裏面のマーク 46 に対応させて、ウエハ W の表面に一つのみを形成してもよい。このために、一例として、ウエハ W の裏面のマーク 46 に対応させて、ウエハ W の表面のマーク検出部 52 による被検領域内に、図 9 (F) に示す一つの代替マーク 27C を形成してもよい。この場合、図 7 のステップ 116 でウエハ W の回転角をウエハ W の裏面のマーク 46 の方向がステージ座標系の Y 軸に平行になるように補正した後、ステップ 120 で、代替マーク 27C を形成するための補助レチクル (不図示) のパターンの像 (複数のドットパターンの像) の方向を Y 軸に平行にしてそのパターンの像を露光してもよい。このとき、代替マーク 27C の方向はマーク 46 の方向に平行になっているため、代替マーク 27C とマーク 46 との位置関係として、それらのマーク間の相対角度が 0 度であることが記憶される。従って、この後、ウエハ W の裏面のマーク 46 が検出できない場合には、マーク検出部 52 によってウエハ W の表面の代替マーク 27C を検出し、この代替マーク 27C の方向をウエハ W の方向とすることによって、マーク 46 を検出した場合と同様に、ウエハ W の回転角を正確に補正できる。

【0089】

また、上記の実施形態では、ウエハ W の裏面のマーク 46 の検出結果に基づいてウエハ

Wの表面に代替マークを形成している。しかしながら、ウエハWの表面に代替マークを形成する代わりに、図9(B)に示すように、ウエハWの表面Waのある領域であって、その表面内のパターン(例えばデバイス用の回路パターンDP1)又は反射率分布(例えば基材SUの表面又はあるレイヤの反射率分布)が他の領域のパターン又は反射率分布と識別可能な領域(以下、特徴部という)CPの位置情報を検出してもよい。

#### 【0090】

特徴部CPをマーク検出部52で検出する場合、一例として、マーク検出部52の撮像素子79で撮像されるウエハWの表面の像から、ある画素を中心とする部分領域を選択し、この部分領域をX方向及びY方向に1画素ずつ例えば数画素までずらして得られる複数のシフト部分領域を選択する。さらに、一例として、その部分領域と、複数のシフト部分領域との間の複数の画素の検出信号の差分の絶対値の積算値を識別値とする。そして、その部分領域と、その複数のシフト部分領域との間の識別値がそれぞれ予め定めた閾値よりも大きいときに、その部分領域を他の領域と識別可能な特徴部CPの像とみなすことができる。

10

#### 【0091】

この場合、演算部55では、そのマーク検出部52からの検出信号を処理して、その特徴部CPの像の画素毎の検出信号の分布を求め、この検出信号の分布を記憶部56に記憶させる。さらに、演算部55では、ウエハWの裏面のマーク46の像の方向と、その特徴部CPの像の方向(例えば特徴部CPの像内のある2つの位置(画素)を通る直線の方向)とがなす角度、及びマーク46の像の中心と特徴部CPの像の中心との位置ずれ量を、マーク46と特徴部CPとの相対位置の情報として求め、この相対位置の情報を補正情報として記憶部56に記憶させる。その後、ウエハWの次のレイヤに露光する場合であって、かつウエハWの裏面のマーク46の検出が困難である場合には、マーク検出部52によって検出されるウエハWのエッジ部を含む被検領域の画像から、特徴部CPの像の検出信号の分布に最も近い検出信号の分布を持つ領域を特徴部CPの像として求める。そして、この特徴部CPの像の位置と方向とを求め、この位置と方向とを上記の記憶してある補正情報で補正することによって、ウエハWの裏面のマーク46の位置及び方向を正確に推定できる。このため、この推定されるマーク46の位置及び方向を用いて、ステップ112でウエハWの中心及び回転角を正確に算出できる。

20

#### 【0092】

この特徴部CPを検出する場合のマーク検出装置8は、裏面にマーク46が形成されたウエハWを一時的に保持するウエハ受け渡し装置66と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、ウエハWの裏面のマーク46の位置情報を検出するマーク検出部52(第1検出部)と、ウエハWの表面であってこの表面の他の領域内のパターン又は反射率分布と識別可能な特徴部CPの位置情報を検出するマーク検出部52(第2検出部)と、マーク46と特徴部CPとの位置関係(相対角度等)を記憶する記憶部56と、を備えている。

30

#### 【0093】

なお、本実施形態では、マーク46を検出するマーク検出部52と、特徴部CPを検出するマーク検出部52とは同一であるが、特徴部CPを検出する検出部はマーク検出部52と異なってもよい。

40

また、その特徴部CPを検出する場合のマーク検出方法は、裏面にマーク46が形成されたウエハWをウエハ受け渡し装置66で一時的に保持するステップ106と、ウエハ受け渡し装置66にウエハWが保持されている状態で、マーク46の位置情報を検出するステップ108と、を有する。さらに、そのマーク検出方法は、ウエハWの表面の特徴部CPの位置情報を検出し(ステップ108に対応する工程)、マーク46と特徴部CPとの位置関係を記憶する(ステップ112に対応する工程)。

#### 【0094】

このように特徴部CPを用いる場合にも、ウエハWが450mmウエハのように大型で、かつ裏面にマーク46が形成されていても、マーク46の位置情報を効率的に検出でき

50

る。さらに、ウエハWの表面の特徴部CPと、ウエハWの裏面のマーク46との位置関係を記憶しているため、マーク46の検出が困難になった場合でも、特徴部CPの位置情報を検出することによって、この検出結果に基づいて、ウエハWの裏面のマーク46の位置情報を検出した場合と同様に、ウエハWの回転角を含む位置情報を検出できる。そして、この検出結果に基づいてウエハWのプリアライメントを正確に行うことができる。

#### 【0095】

なお、代替マーク27は、ウエハWの表面に形成される任意の層に設けることができる。例えば実験やシュミレーション等でマーク46の汚染度合いの傾向を把握しておき、この実験やシュミレーション結果に基づく知見から特定の層に代替マーク27を形成しても良い。さらに、上記した実験の結果やシュミレーションの結果を主制御装置20がアクセス可能なデータベースに保存しておき、主制御装置20が適宜アクセスできる状態としてもよい。また、代替マーク27はウエハWの表面の特定の1層だけに形成してもよいし、複数の層に代替マーク27を形成してもよい。

#### 【0096】

##### [第2の実施形態]

第2の実施形態につき図10を参照して説明する。本実施形態の露光装置の基本的な構成は図1の露光装置EXとほぼ同様であるが、マーク検出装置の構成、及びウエハステージWSTの位置計測機構の一部の構成が異なっている。なお、図10において、図1、及び図5(A)、(B)に対応する部分には同一又は類似の符号を付してその詳細な説明を省略する。

#### 【0097】

図10は、本実施形態に係るマーク検出装置8Aの機構部を示す。マーク検出装置8Aでは、ウエハWを一時的に保持する基板保持部として、第1の実施形態のウエハ受け渡し装置66の代わりにウエハ搬送口ポットWLDが使用されている。また、ウエハステージWSTのウエハホルダ44中にはZ方向に移動可能に真空吸着可能な複数の棒状部材(センターピン)(不図示)が配置され、これらの棒状部材を介してウエハ搬送口ポットWLDの搬送アーム61からウエハホルダ44にウエハWを受け渡すことができるように構成されている。従って、本実施形態では、図5(A)のウエハ受け渡し装置66は必ずしも必要ではない。

#### 【0098】

また、図10は、ベース盤WB上のウエハステージWSTが、ウエハ搬送口ポットWLDのウエハWを保持する搬送アーム61の下方のローディング位置LPに向かって-Y方向に移動している状態を示している。本実施形態の露光装置のウエハステージWSTのステージ本体30の底面部には、Y方向に貫通するように開口部30aが形成され、開口部30aの上面に、図2の回折格子12A~12Dと同様の2次元の回折格子12Eが固定されている。

#### 【0099】

また、床面に対して防振装置(不図示)を介して安定にフレーム部材FR2が支持されている。フレーム部材FR2の底面にL字形の分岐フレームFR3が固定されている。ウエハ搬送口ポットWLDの搬送アーム61等は、分岐フレームFR3に設けられた切り欠き部FR3b内を移動可能である。分岐フレームFR3のY方向に平行な細長い平板状のロッド部FR3aの+Y方向側の端部に、図2の検出ヘッド14と同様に、回折格子12Eに計測ビームを照射して回折格子12E(ひいてはウエハステージWST)との間のX方向、Y方向の相対変位を計測する検出ヘッド14Aが固定されている。すなわち、ウエハステージWSTを-Y方向に移動すると、分岐フレームFR3のロッド部FR3aがステージ本体30の開口部30a内に差し込まれ、ロッド部FR3aに設けられた検出ヘッド14Aによってステージ本体30に設けられた回折格子12Eを検出可能となる。このように本実施形態の露光装置は、図3のエンコーダ6に加えて、回折格子12E及び検出ヘッド14Aよりなる付加的なエンコーダを備えている。この付加的なエンコーダによって、ローディング位置LPの近傍でウエハステージWSTのX方向、Y方向の位置を計測

10

20

30

40

50

できる。

【0100】

また、本実施形態のマーク検出部52Aは、フレーム部材FR2に設けられた第1光学系54Cと、分岐フレームFR3のロッド部FR3aに設けられた第2光学系54Dとを有する。第1光学系54Cは、ウエハWのエッジ部を含む領域に検出光DL1を照射し、そのウエハWからの反射光を受光し、内部の第1の撮像素子79Aによってそのエッジ部の像を撮像する。

【0101】

また、第2光学系54Dにおいて、光源73Aから射出された検出光DL1と同じ波長域の検出光DL2は、照明用のレンズ系74Aを介してハーフプリズム76Aに入射し、ハーフプリズム76Aで+Z方向に分岐された検出光DL2はウエハWの裏面のマーク46を含む被検領域を照明する。この被検領域で反射された検出光DL2は、ハーフプリズム76Aを通過し、ロッド部FR3aに設けられた開口(不図示)を通過し、ロッド部FR3aの底面側でミラーM2により反射される。反射された検出光DL2は、対物レンズ系77C, 77D(結像光学系)を介して第2の撮像素子79Bの受光面にウエハWの裏面のマーク46の像を形成する。撮像素子79A, 79BはそれぞれウエハWのエッジ部及びマーク46の像を撮像し、検出信号を図3の演算部55に供給する。

10

【0102】

また、フレームFR2に、第1光学系54CとともにウエハWのエッジ部に沿ってほぼ等角度間隔でエッジ検出部53A, 53Bと同様の構成のエッジ検出部53A1, 53B1が設けられている。エッジ検出部53A1, 53B1によってウエハWの2箇所のエッジ部の像が撮像され、検出信号が演算部55に供給される。演算部55ではそれらの検出信号を処理してウエハWの中心の位置及び回転角を求める。その後、ウエハステージWSTを搬送アーム61の下方(ローディング位置LP)に移動して、搬送アーム61からウエハステージWSTのウエハホルダ44にウエハWを受け渡した後、ウエハWの位置及び回転角を補正することでウエハWのプリアライメントが行われる。

20

【0103】

また、第1の実施形態と同様に、ウエハWの表面に図9(A)の代替マーク用のパターンの像21AP, 21BP, 21CPが露光され、現像、及びエッチングによって代替マーク21AM, 21BM, 21CMが形成される。これらの代替マーク21AM, 21BM, 21CMの位置情報は、図10のマーク検出部52Aの第1光学系54C、及びエッジ検出部53B1, 53A1によって検出することができる。従って、第1の実施形態と同様に、ウエハWの裏面のマーク46の検出が困難であっても、代替マーク21AM, 21BM, 21CMの位置情報を検出することによって、この検出結果に基づいてウエハWのプリアライメントを行うことができる。

30

【0104】

なお、上記の各実施形態では、ウエハWのエッジ部を検出するために撮像方式の第1光学系54C、及びエッジ検出部53A, 53B等が使用されている。別の構成として、例えばウエハWのエッジ部を通るように平行な光ビームを照射し、そのエッジ部を通過した光を集光光学系を介してフォトマルチプライア又はフォトダイオード等の光電検出器で受光し、この受光量(検出信号)からそのエッジ部の位置を検出してもよい。

40

また、上記の実施形態では、マーク形成部として補助レチクルのパターンを露光する露光部が使用されているが、マーク形成部としては、例えばレーザパルスを照射してウエハの表面にマークを形成する装置など、他の任意の装置を使用できる。

【0105】

また、上記の各実施形態では、ウエハWの裏面のマーク46の位置を検出するために、撮像方式のマーク検出部52及び第2光学系54Dが使用されている。別の構成として、例えばマーク46に可干渉性を持つ光ビームを照射し、マーク46から発生する回折光を検出することによって、マーク46の位置情報を検出する検出部を使用してもよい。

また、第1の実施形態において、ウエハ受け渡し装置66に代えて第2の実施形態で示

50

したウエハ搬送ロボットWLDを用いても良い。

また、マーク46の汚染対策として、例えばウエハWの裏面を洗浄してもよい。洗浄方法としては種々の手法を用いることができ、例えばウエハホルダ44にウエハWが載置される前に裏面を光洗浄してもよい。または、ウエハホルダ44にウエハWが載置される前にウエハWの裏面に所定の薬液を塗布して薬液洗浄してもよいし、ウエハWの裏面を砥石等で研磨してもよい。

【0106】

また、上記の各実施形態の露光装置EX又は露光方法を用いて半導体デバイス等の電子デバイス(又はマイクロデバイス)を製造する場合、電子デバイスは、図11に示すように、電子デバイスの機能・性能設計を行うステップ221、この設計ステップに基づいたレチクル(マスク)を製作するステップ222、デバイスの基材である基板(ウエハ)を製造してレジストを塗布するステップ223、前述した実施形態の露光装置(露光方法)によりレチクルのパターンを基板(感光基板)に露光する工程、露光した基板を現像する工程、現像した基板の加熱(キュア)及びエッチング工程などを含む基板処理ステップ224、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む)225、並びに検査ステップ226等を経て製造される。

10

【0107】

言い換えると、このデバイスの製造方法は、上記の実施形態の露光装置EX又は露光方法を用いて基板上に感光層のパターンを形成することと、そのパターンが形成された基板を処理(現像等)することと、を含んでいる。この際に、上記の実施形態の露光装置EX又は露光方法によれば、基板が大型で裏面にマークが形成されていても、その基板のマークを効率的に検出し、基板のアライメントを効率的に行うことができるため、極めて大きいスループット(生産性)で電子デバイスを高精度に製造できる。

20

【0108】

なお、本発明は、上述の走査露光型の投影露光装置(スキャナ)の他に、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置(ステッパ等)にも適用できる。さらに、本発明は、液浸型露光装置以外のドライ露光型の露光装置にも同様に適用することができる。

また、本発明は、半導体デバイス製造用の露光装置への適用に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子(CCD等)、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びDNAチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク(フォトマスク、レチクル等)をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光装置にも適用することができる。

30

【0109】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

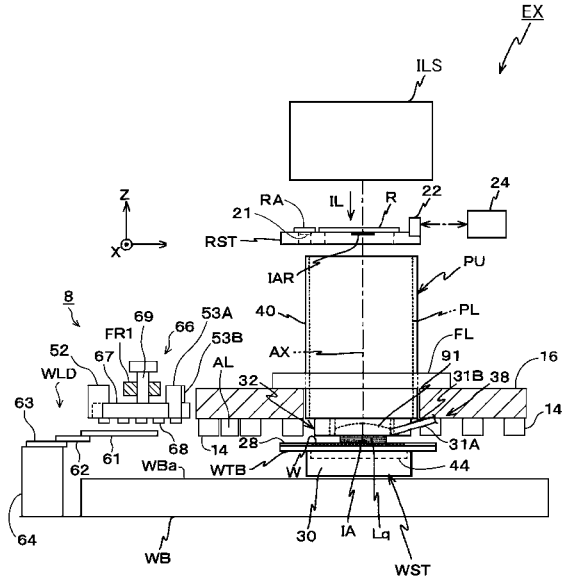
【符号の説明】

【0110】

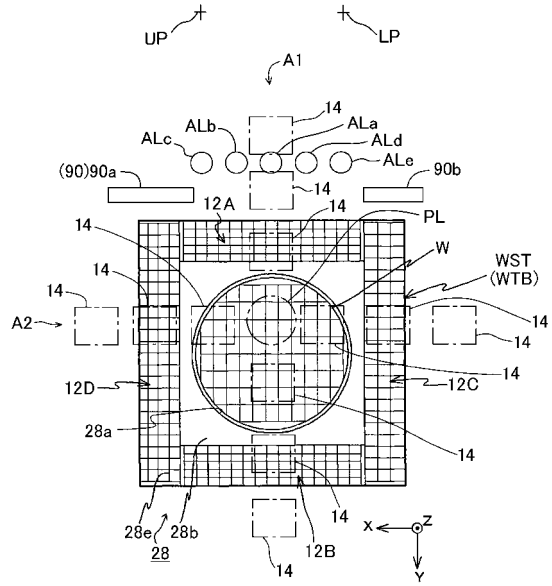
EX...露光装置、R...レチクル、W...ウエハ、WST...ウエハステージ、WLD...ウエハ搬送ロボット、8, 8A...マーク検出装置、21AM~21CM...代替マーク、44...ウエハホルダ、46...ウエハ裏面のマーク、52...マーク検出部、53A, 53B...エッチ検出部、55...演算部、66...ウエハ受け渡し装置、67...本体部、68...サクシジョンカップ、72A~72C...吸着部

40

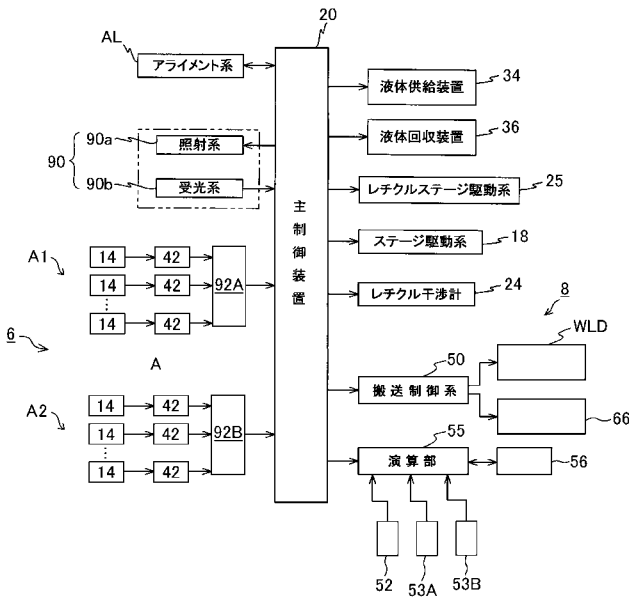
【図1】



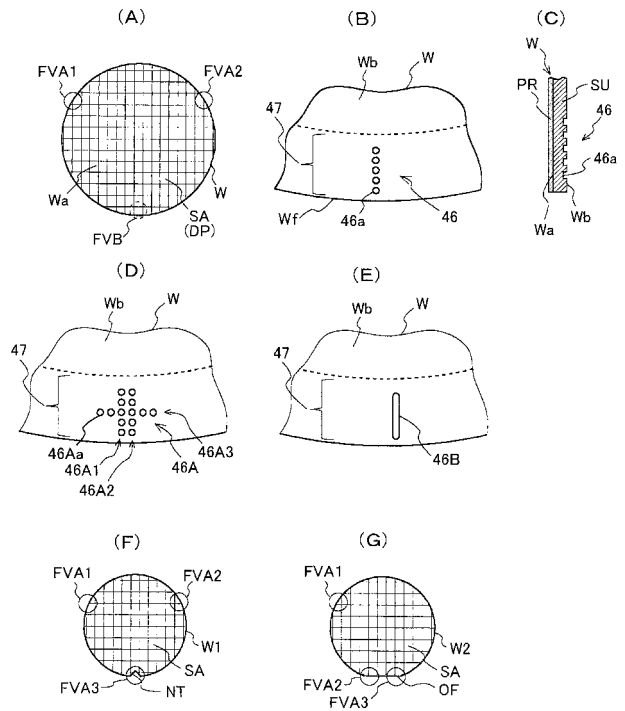
【図2】



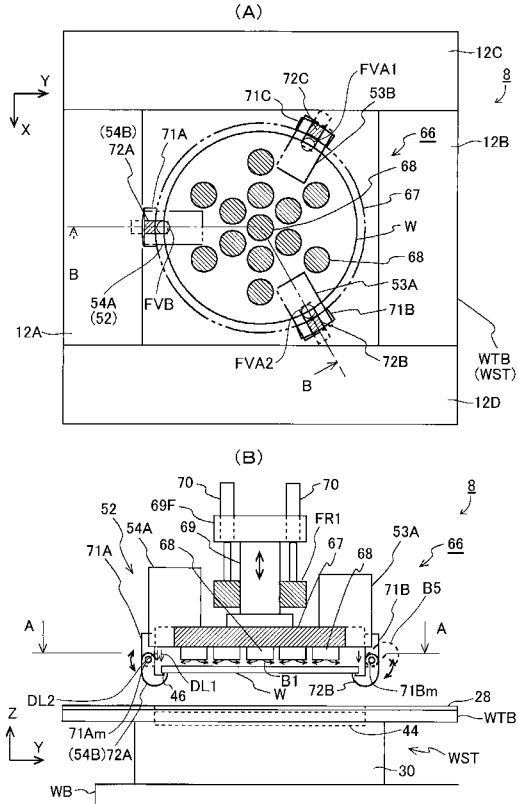
【図3】



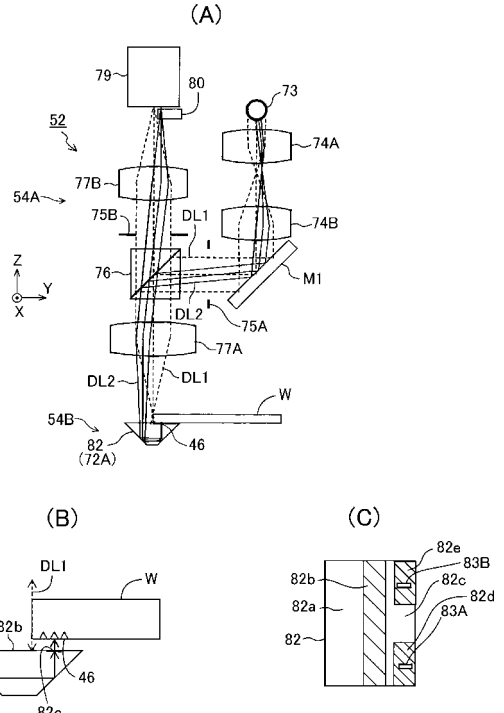
【図4】



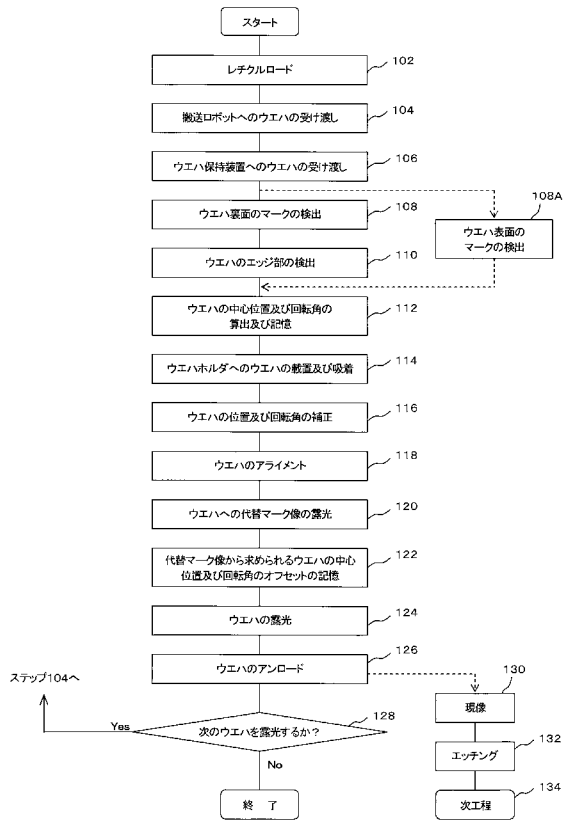
【 図 5 】



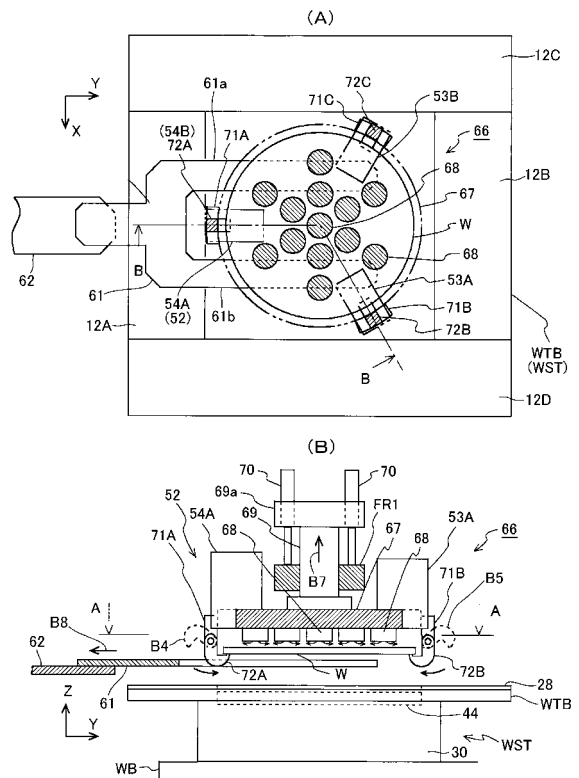
【 図 6 】



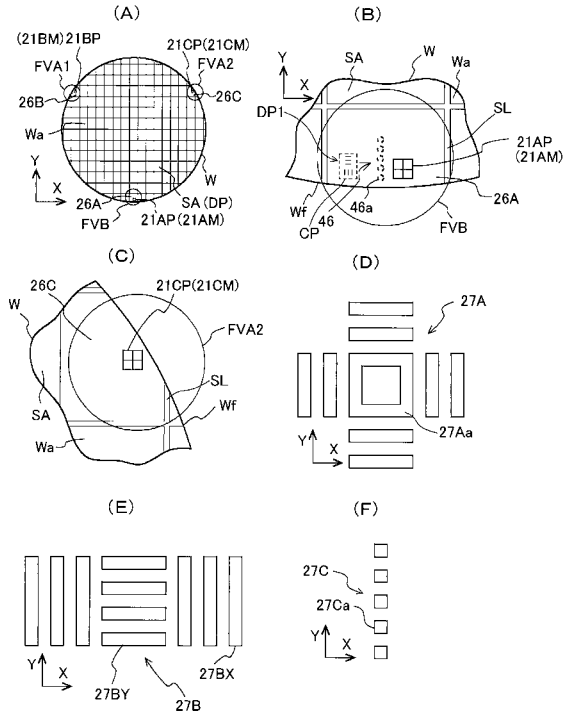
【 図 7 】



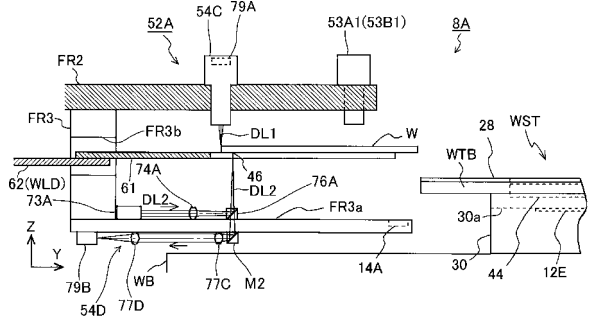
【 図 8 】



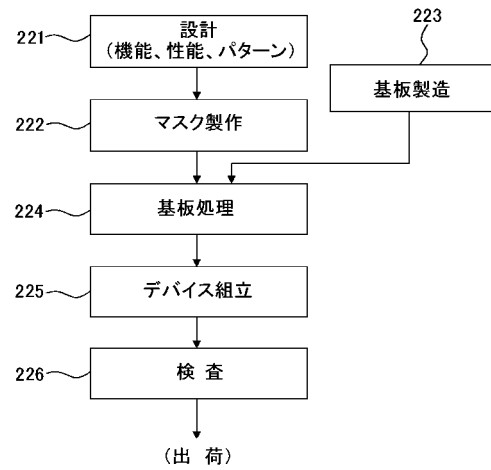
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 1 B 11/00 C  
G 0 1 B 11/00 H

F ターム(参考) 2H097 FA10 KA20 KA22 KA23 KA26 KA40 LA10  
5F131 AA02 BA13 CA22 CA32 CA69 DA09 DA33 DA42 DB51 DB87  
DB88 EA02 EA06 EA22 EA23 EA24 EA25 EB01 EB32 EB42  
FA17 FA32 FA33 KA14 KA16 KA62 KB07 KB12 KB32 KB54  
KB55  
5F146 AA20 DA29 EB10 EC05 FA10 FB01 FB20 FC04