

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4666982号
(P4666982)

(45) 発行日 平成23年4月6日(2011.4.6)

(24) 登録日 平成23年1月21日(2011.1.21)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 M 11/02 (2006.01)	GO 1 M 11/02 B
GO 1 B 9/02 (2006.01)	GO 1 B 9/02
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 4 E
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1
GO 1 B 11/24 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 6 A
請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2004-255780 (P2004-255780)	(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
(22) 出願日 平成16年9月2日(2004.9.2)	
(65) 公開番号 特開2006-71481 (P2006-71481A)	(74) 代理人 100126240 弁理士 阿部 琢磨
(43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)	(74) 代理人 100124442 弁理士 黒岩 創吾
審査請求日 平成19年8月24日(2007.8.24)	(72) 発明者 加藤 正磨 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
(出願人による申告)平成13年度新エネルギー・産業 技術総合開発機構民間基盤技術試験研究業務委託研究、 産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの	審査官 西村 直史
最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 光学特性測定装置、露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検光学系の光学特性を干渉を用いて測定する測定装置において、
光源からの光により照明され、球面波を生成する球面波生成手段と、
前記光源からの光を分割する光分割手段と、
前記球面波生成手段と前記光分割手段とを通過し、2つの球面波となって前記被検光学系に入射し、前記被検光学系を透過した光のうち一方の光が集光する位置にスリットが設けられているマスクと、
前記スリットを通過した光と、前記被検光学系を透過した光のうち他方の光であって前記スリットを通過しない光とで形成される干渉縞を検出する検出手段とを有し、
前記球面波生成手段はピンホールを有し、前記光源からの光が前記ピンホールを通過することにより球面波が生成されることを特徴とする測定装置。

【請求項2】

前記ピンホールの直径Dは、前記被検光学系の物体側開口数をNAo、前記光源からの光の波長を とすると、
$$D = 0.61 \times \frac{\lambda}{NAo}$$

であることを特徴とする請求項1記載の測定装置。

【請求項3】

前記スリットの短手方向の幅wは、前記被検光学系の物体側開口数をNAo、前記光源からの光の波長を とすると、

$w = 0.5 \times \lambda / \text{NA} \circ$

であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の測定装置。

【請求項 4】

前記マスクにおいて、前記被検光学系を透過した光のうち他方の光が集光する位置に窓が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 5】

前記マスクは、長手方向が互いに直交する 2 つのスリットと、1 つの窓を有し、
前記検出手段は、一方のスリットを通過した光と前記窓を通過した光との干渉縞を検出し、他方のスリットを通過した光と前記窓を通過した光との干渉縞を検出することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の測定装置。

10

【請求項 6】

前記光分割手段は前記球面波生成手段と前記被検光学系との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の測定装置。

【請求項 7】

原版のパターンを投影光学系を介して被露光体に投影露光する露光装置であって、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の測定装置を有し、前記測定装置により前記投影光学系の光学特性を測定可能であることを特徴とする露光装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の露光装置を用いて基板を露光するステップと、
露光された前記基板を現像するステップとを
有することを特徴とするデバイス製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は干渉を用いた被検光学系の光学特性を測定する装置及び方法に関する。更には、前記光学特性測定装置を搭載した半導体露光装置、露光方法及び半導体デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子や液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際にマスク（レチクル）に形成されたパターンを被露光体（レジストの塗布されたウエハ）に転写する縮小投影型露光装置が使用されている。かかる露光装置は、レチクル上のパターンを所定の倍率で正確に被露光体に転写することが要求され、このために結像性能のよい、収差を抑えた投影光学系を用いることが重要である。特に近年、半導体デバイスの一層の微細化の要求により、転写パターンは、光学系の収差に対して敏感になってきている。このため、高精度に投影光学系の光学特性、特に波面収差を測定する需要が存在する。

30

【0003】

投影光学系の波面収差を高精度測定する装置としては、ピンホールを使用する点回折干渉計測法（Point Diffraction Interferometry；以下 PDI）が知られている（例えば、特許文献 1、2、3 及び非特許文献 1 参照）。

40

【0004】

以下、図 7 乃至図 9 を参照して、PDI の原理について説明する。図 7 は、PDI 干渉計の概略構成図である。図 7 において、101 は光源、102 は集光（照明）光学系、104 は回折格子等の光分割手段、105 は被検光学系、107 は CCD 等の受光手段である。

【0005】

103 は物体側マスクである。物体側マスク 103 は遮光部材で構成され、図 8 に示すようにその中にピンホール 103a が形成されている。また、106 は像側マスクである。像側マスク 106 は遮光部材で構成され、図 9 に示すように、ピンホール 106a と被検光通過用の窓 106b が配されている。

50

【 0 0 0 6 】

光源 1 0 1 から発した光は集光光学系 1 0 2 により、物体側マスク 1 0 3 に配されたピンホール 1 0 3 a に集光する。ピンホール 1 0 3 a の大きさは、入射光の回折限界より小さいため、ピンホール 1 0 3 a を通過した後の光は、あたかもピンホール 1 0 3 a の位置に点光源が配置されているかの如く振舞う。つまり、ピンホール 1 0 3 a からの光は、集光光学系 1 0 2 の収差情報が除去された、理想的な球面波となり、被検光学系 1 0 5 に向かう。物体側マスク 1 0 3 と投影光学系 1 0 5 の間に配置された回折格子 1 0 4 は、格子が図の x 軸に平行に配されていて、光を紙面の上下方向に分割し、回折格子のピッチに応じた方角に光を向ける。図 7 では、0 次回折光が 1 0 8 a、1 次回折光が 1 0 8 b で示されている。

10

【 0 0 0 7 】

被検光学系 1 0 5 を透過し集光した光のうち、実線で示す 0 次光 1 0 8 a は像側マスク 1 0 6 のピンホール 1 0 6 a に集光し、点線で示す 1 次光 1 0 8 b は窓 1 0 6 b に集光する。ピンホール 1 0 6 a は 0 次光 1 0 8 の回折限界より十分小さいため、0 次光 1 0 8 a はピンホール 1 0 6 a を通過後、被検光学系 1 0 5 の収差情報が除去された理想的な球面波となる。一方、1 次回折光 1 0 8 b は、回折限界よりも十分に大きな開口部を持つ窓 1 0 6 b を通過するので被検光学系 1 0 5 の収差情報を維持したままの波面となる。2 つの光は像側マスク 1 0 6 を通過した後で重なり合い、干渉縞を形成する。干渉縞はディテクタ 1 0 7 で観察される。

【 0 0 0 8 】

20

干渉縞を形成する 2 つの光は、ピンホール 1 0 6 a からの光が収差のない参照光であり、窓 1 0 6 b からの光が被検光学系 1 0 5 の収差情報を持った被検光である。そして、この干渉縞から被検光学系 1 0 5 の光学特性（波面収差）を求めている。

【 0 0 0 9 】

物体側マスク 1 0 3 のピンホール 1 0 3 a と像側マスク 1 0 6 のピンホール 1 0 6 a は十分小さく、各ピンホール射出後の光の波面は理想球面波に非常に近くなっている。このため、非常に高い精度で被検光学系 1 0 5 の波面収差を求めることができる。また、0 次光 1 0 8 a と 1 次光 1 0 8 b はほぼ同一光路を通るので、高い再現性が実現可能である。

【特許文献 1】特開昭 5 7 0 6 4 1 3 9 公報

【特許文献 2】米国特許第 5 8 3 5 2 1 7 号公報

30

【特許文献 3】特開 2 0 0 0 - 0 9 7 6 6 6 号公報

【非特許文献 1】Daniel Malacara, "Optical Shop Testing", John Wiley & Sons, Inc. 2 3 1 (1 9 7 8)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

P D I は原理的には被検光学系の波面収差の測定が可能である。しかしながら、従来の P D I は以下の 2 つの課題を有し、実際には波面収差を高精度に検出が困難であることを本発明者は発見した。

【 0 0 1 1 】

40

第 1 の課題は、P D I に使用するピンホールが小さいため、ピンホールを透過する光の光量が小さくなり、特に像側マスクのピンホールによる光量低下が測定誤差の要因となることである。P D I はピンホールを使用して球面波を生成するが、理想的な球面波を形成するためにピンホール径は測定光の波長と被検光学系の N A で与えられる理想球面波生成の回折限界から決まり、 $0.61 \times \lambda / N A$ で与えられる。P D I 測定に E U V 光 (E x t r e m e U l t r a V i o l e t ; 極端紫外光 : 波長約 1 3 . 5 n m) を使用する場合、例えば被検光学系の N A 0 . 2 5、倍率 4 倍、とすると物体側マスクのピンホール径は約 1 3 0 n m、像側マスクのピンホール径は約 3 0 n m 程度まで小さくする必要がある。

【 0 0 1 2 】

50

被検光学系を通過した２つの光のうち、像側マスクのピンホール１０６aに集光する光は、ピンホールを通過することによって球面波（参照光）となるものの、その光量は減少する。一方、像側マスクの窓１０６bを透過する光（被検光）は、窓による光量の減少がない。このため、参照光と被検光とで光量の差が大きくなり、この光量差が干渉縞のコントラストを低下させる原因となる。この参照光の光量が小さくなることによるコントラストの低下は、光源の強度を大きくしても改善されないため特に問題である。

【００１３】

また、物体側ピンホール１０３aに関しても、やはり光量の減少は発生する。この場合は、被検光学系に入射する光そのものの光量が不足するということである。これは、ＥＵＶ光源のように光源強度を上げることが困難な光源の場合に特に問題になる可能性がある。

10

【００１４】

第２の課題は、ピンホールがコンタミネーションの影響を受けやすいことである。例えば、ＥＵＶ光を測定光として使用する場合、ＥＵＶ光は大気中では光量の減衰が激しいため干渉計を真空中に配置する必要がある。このとき、真空中の残留ガスなどに含まれる炭化水素成分がＥＵＶ光と化学反応して炭素として析出してピンホールを詰まらせる場合がある。ピンホールが詰まるとコントラストが低下して干渉縞が見えにくくなる。また、ピンホールは、詰まる過程で変形し、参照光がピンホール形状の変化によって球面波からずれてしまう。これが被検光学系の波面解析において誤計測の原因となる。

【課題を解決するための手段】

20

【００１５】

上記課題を解決するため、本発明に係る測定装置は、被検光学系の光学特性を干渉を用いて測定する測定装置において、光源からの光により照明され、球面波を生成する球面波生成手段と、前記光源からの光を分割する光分割手段と、前記球面波生成手段と前記光分割手段とを通過し、２つの球面波となって前記被検光学系に入射し、前記被検光学系を透過した光のうち一方の光が集光する位置にスリットが設けられているマスクと、前記スリットを通過した光と、前記被検光学系を透過した光のうち他方の光であって前記スリットを通過しない光とで形成される干渉縞を検出する検出手段とを有し、前記球面波生成手段はピンホールを有し、前記光源からの光が前記ピンホールを通過することにより前記球面波が生成されることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【００１６】

本発明によれば、従来のＰＤＩよりも高精度に被検光学系の光学特性を測定できる干渉測定方法及び装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

以下、本発明を図面を交えた実施例に基づいて説明する。

【００１８】

まず、本発明の実施例を図１を用いて説明する。図１は本発明の干渉測定装置を説明する概略光学配置である。図１において１０は不図示の光源からの照明光、２０は物体側マスク、１２は光分割手段としての回折格子、１３は被検光学系、３０は像側マスク、１５はＣＣＤ等の検出器である。光源で発生した光は不図示の照明光学系によってマスク２０を照明する照明光１０となる。物体側マスク２０は $x-y$ 平面から見ると図２で示すように、ピンホール２１が配置されたマスクになっている。ピンホールの直径 D は物体側開口数（照明光の NA ）を NA_0 、前記光源の波長 λ として、 $D = 0.61 \lambda / NA_0$ 以下と理想球面波の回折限界以下となっており、照明光の収差を除去して理想球面波を生成することができる。マスク２０のピンホールによって生成された理想球面波は回折格子１２によって分離される。それぞれの次数の回折光は被検光学系１３を通り抜けて像側マスク３０の面の位置に集光する。像側マスク３０は $x-y$ 平面から見ると図３（a）、（b）で示す構成になっている。遮光部材で形成された像側マスク３０に、スリット３１と窓３

40

50

2 が形成されている。図 3 (a) と図 3 (b) は、 $x - y$ 面内でマスクが 90 度回転した関係にある。

【 0 0 1 9 】

本実施例では、図 3 (a) の像側マスクを用いて干渉縞を観測した後、マスクを図 3 (b) に交換し、再び干渉縞を観測し、これにより得られる 2 つの干渉縞から被検光学系の光学特性の測定を行っている。

【 0 0 2 0 】

まず、図 3 (a) のマスクを用いた場合を説明する。回折格子 1 2 で分離された光のうち 0 次光がマスク 3 0 上のスリット 3 1 に集光し、1 次光が窓 3 2 に集光する構成になっている。スリット 3 1 の幅 w は入射光の開口数を NA_i 、前記光源の波長 λ として、 $w = 0.5 \lambda / NA_i$ 以下になっていて、スリットを透過した光をスリットの短手方向の断面 ($y - z$ 面) から見たときに一次元の理想球面波が生成できる構成になっている。0 次光はスリット 3 1 を透過することにより y 方向に関して被検光学系 1 3 の収差が除去された参照光となる。

【 0 0 2 1 】

一方、1 次光は被検光学系の収差情報を維持したまま窓 3 2 を透過し、被検光となる。像側マスク 3 0 を透過した参照光と被検光は干渉し、検出器 1 5 面上に干渉縞を生成する。

【 0 0 2 2 】

参照光はスリットの短手方向 (y 方向) の 1 次元成分に関して理想球面波と見なせるが、スリットの長手方向 (x 方向) に関してはスリットの長さが入射光の回折限界より大きいため、入射光の収差情報は除去されない。このため、この測定で得られる干渉縞はスリットの短手方向の成分に関して、被検光学系の正確な波面情報を表していると言える。反面、スリットの長手方向に関しては、正確な波面情報を表しているとはいえない。

【 0 0 2 3 】

このため、回折格子 1 2 を 90 度回転し、像側マスク 3 0 を図 3 (a) のマスクに対して 90 度回転した、図 3 (b) に示したマスクに交換して再び干渉縞の観察を行う。観察方法は、図 3 (a) のときと同じである。図 3 (b) のマスクを用いて観察された干渉縞は、 x 方向に関して被検光学系の正確な波面情報を表している。

【 0 0 2 4 】

このようにして得られる 2 つの干渉縞から各々演算により波面を求め、正確な波面情報を持つ成分を合成することにより 2 次元の被検光学系の波面 (波面収差) を求めることができる。

【 0 0 2 5 】

本実施例の干渉測定装置により観察された干渉縞を図 5 (a) に示す。この干渉縞を得るための各種実験条件は以下の通りである。

光源	放射光	波長	13.5 nm
照明光学系	NA	0.01	
物体側マスク	厚さ	500 nm	マスク材質 Ta
物体側マスクのパターン	ピンホール	650 nm	
回折格子	格子ピッチ	7.5 μ m	Duty 0.24
被検光学系	シュバルツシルト光学系	NA	0.2
像側マスク	厚さ	150 nm	マスク材質 Ni
像側マスクのパターン	スリット幅	40 nm	
検出器	背面照射型冷却 CCD		

また、図 5 (b) にこの干渉縞の断面図の光量分布を示す。縦軸は検出器の受光光量 (強度) である。この干渉縞のコントラストは 0.40 であった。尚、コントラスト V は、検出器で受光される光量の最大値を max 、最小値を min としたとき、 $V = (max - min) / (max + min)$ である。

【 0 0 2 6 】

次に、比較のため従来のPDI干渉計を用いて得られる干渉縞を図6(a)に示す。尚、この干渉縞を得るための実験条件は、像側マスクに40nmのピンホールを用いた点以外は、上述の実験条件と全て同じである。また、図6(b)にこの干渉縞の断面図の光量分布を示す。コントラストは0.13であった。

【0027】

これより、本実施例では、従来のPDIよりコントラストの高い干渉縞が得られることがわかる。したがって、本実施例では従来のPDIより高精度な波面計測が行えることとなる。

【0028】

尚、本実施例においては、図3(a)、(b)の2つの像側マスクを交換して測定を行ったが、図4に示すようにスリット41と窓42を構成すると、1つのマスク40を用いて測定が可能である。

【0029】

本実施例と従来のPDIの最も顕著に異なる点は、図1の像面マスク30に、ピンホールの代わりにスリットを配置する点である。スリットを透過する参照光の光量はピンホールを透過する参照光の光量よりも大きいため、PDIと比べて被検光に対する参照光の割合を大きくすることができ、結果としてコントラストの高い干渉縞を検出することが可能となる。加えて、スリットはピンホールに比べて面積が大きいため残留ガスによって詰まりにくい効果がある。

【0030】

また、検出器で検出される干渉縞の総光量を大きくする場合は、物体側マスク20のピンホールを像側マスクと同様にスリットに変えることが考えられる(この場合、像側マスクに対応する方向に物体側マスクのスリットを配置する)。これは、光源の高出力化が困難な場合には有効である。

【0031】

ただ、物体側マスク20をスリットにしても、干渉縞の総光量を増やすことはできるが、参照光と被検光の相対的な光量比は変化しないので干渉縞のコントラストを高くすることはできない。逆に、物体側マスク20をスリットにすることにより、照明光の収差や光量分布の影響を除去する度合いがピンホールに比して劣る可能性もある。このため検出器で検出される干渉縞の総光量が測定上必要な量を満たしている場合、照明光の収差や光量分布の影響を無くす上では物体側マスクにはピンホールを配置した方がより高精度な測定を行うことができる。

【0032】

本実施例の干渉測定装置はピンホールの代わりにラインスリットを用いるため、本発明の方式をPDIに対してLDI(Line Diffraction Interferometry)と呼ぶこともある。

【0033】

次に、本発明の干渉測定装置を搭載した投影露光装置の実施例について説明する。レチクル(マスク)のパターンを投影光学系を介してレジストの塗布されたウエハに露光する投影露光装置に、本発明の干渉測定装置を露光装置に搭載することにより、露光装置本体上での投影光学系の光学特性(波面収差)を高精度に測定することが可能となる。

【0034】

図10は本実施例の投影露光装置の概略構成図である。図10において、51はエキシマレーザ等の露光光源、52は引き回し光学系、53は照明光学系である。54はレチクルステージ、55はレチクル、56は投影光学系、57はウエハステージ、58はウエハである。露光の際は、露光光源から射出した露光光は、引き回し光学系52、照明光学系53を経てレチクルステージ54に配置されたレチクル55を照明する。露光光で照明されたレチクル上の回路パターンは、投影光学系56によりウエハステージ57に設置されたウエハ面に結像することにより、レチクルのパターンがウエハに露光される。

【0035】

次に、本実施例の干渉測定装置により投影光学系 5 6 の光学特性（波面収差）を測定する場合について説明する。本実施例では、干渉測定用の光源として、露光光、照明光学系として、露光用の照明光学系 5 3 を兼用している。5 9 はピンホールが形成された物体側マスクであり、レチクルステージ 5 4 に保持されている。6 0 は光分割手段としての回折格子であり、不図示の保持部材により所定の位置に保持されている。6 1 はウエハステージに保持された像側マスクであり、スリットと窓が形成されている。6 2 は CCD である。

【 0 0 3 6 】

露光光源か 5 1 からの光は、物体側マスク 5 9 を照明し、物体側マスク 5 9 からは理想球面波が射出される。射出された球面波は回折格子 6 0 により分割され、0 次光は投影光学系 5 6 を経て像側マスク 6 1 のスリットに集光し、1 次光は像側マスク 6 1 の窓に集光する。そして、各々参照光と被検光となり、干渉縞を CCD 6 2 に形成する。CCD 6 2 で得られたデータは通信手段 6 3 により不図示の演算器に送信され、該演算器により干渉縞に基づいて投影光学系 5 6 の光学特性が算出される。

【 0 0 3 7 】

本実施例では、干渉測定装置により投影光学系 5 6 の光学特性を高精度に測定することができるため、投影光学系 5 6 の収差を良好に抑えることができ、引いてはレチクルのパターンを高精度にウエハに露光することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

また、本実施例では露光光源と干渉測定用の光源を流用しているが、干渉測定用の光源として別の光源、例えばアライメント用の光源を用いることも可能である。

【 0 0 3 9 】

また、本実施例では、露光光源としてエキシマレーザ光を使用しているが、露光光源もこれに限られるものではない。例えば、EUV 光を露光光源とする露光装置にも本発明は適用可能である。EUV 光の場合は、光学系はレンズ等の屈折光学素子ではなく、全てミラー等の反射光学素子により構成される。

【 0 0 4 0 】

次に、本発明の干渉測定装置を搭載した露光装置を用いたデバイスの製造方法の実施例について説明する。図 1 1 は、半導体デバイス（IC や LSI 等の半導体チップ、あるいは液晶パネルや CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ステップ 1（回路設計）では、半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ 3（ウエハ製造）では、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は、前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ 5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ 6（検査）では、ステップ 5 で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は、図 1 1 のステップ 4 のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ 1 1（酸化）では、ウエハの表面を酸化させる。ステップ 1 2（CVD）では、ウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ 1 3（電極形成）では、ウエハ上に電極を蒸着等によって形成する。ステップ 1 4（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ 1 5（レジスト処理）ではウエハに感光材を塗布する。ステップ 1 6（露光）では、露光装置 1 0 によってマスクパターンをウエハに露光する。ステップ 1 7（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ 1 8（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 1 9（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に

10

20

30

40

50

回路パターンが形成される。本実施形態の製造方法を用いれば、投影光学系 5 6 の結像性能を迅速かつ簡易に取得することができるので、露光のスループットも低下せず、また、波面収差が高精度に補正された投影光学系 5 6 を使用することができる。このため、従来は製造が難しかった高解像度のデバイス（半導体素子、LCD 素子、撮像素子（CCD など）、薄膜磁気ヘッドなど）を経済性及び生産性よく製造することができる。波面収差が補正された投影光学系 5 6 は、ウエハステージのアライメントを高精度に行う。また、このように、露光装置を使用するデバイス製造方法、並びに結果物（中間、最終生成物）としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【図面の簡単な説明】

【0042】

10

【図 1】本発明の実施例に係る干渉測定装置の概略構成図

【図 2】物体側マスクの図

【図 3】像側マスクの図（a）と（b）は互いに 90 度回転した関係にある

【図 4】2 つのスリットを一体に構成した像側マスクの図

【図 5】本発明の実施例に係る干渉測定装置により得られた干渉縞（a）及びその光強度分布の断面図（b）

【図 6】従来の PDI 干渉計により得られた干渉縞（a）及びその光強度分布の断面図（b）

【図 7】従来の PDI 干渉計の原理図

【図 8】従来の PDI 干渉計の物体側マスクの図

20

【図 9】従来の PDI 干渉計の像側マスクの図

【図 10】本発明の干渉測定装置を搭載した露光装置の概略構成図

【図 11】デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャート

【図 12】図 11 に示すステップ 4 のウエハプロセスの詳細なフローチャート

【符号の説明】

【0043】

10 照明光

12 回折格子

13 被検光学系

30

15 検出器

20 物体側マスク

21 ピンホール

30 像側マスク

31 スリット

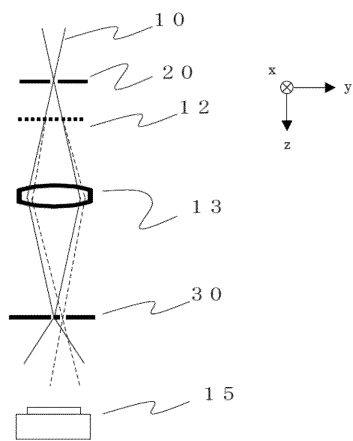
32 窓

40 像側マスク

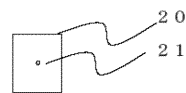
41 スリット

42 窓

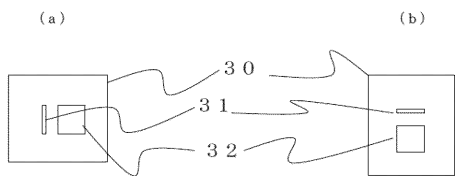
【図 1】



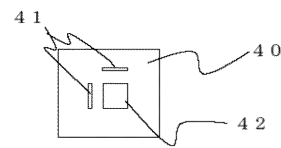
【図 2】



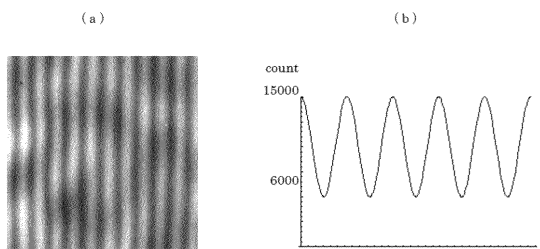
【図 3】



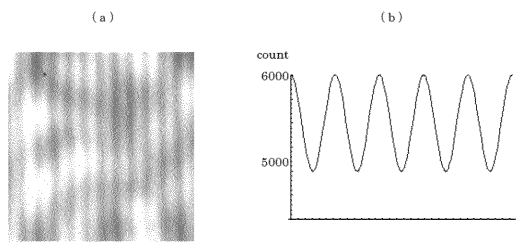
【図 4】



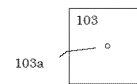
【図 5】



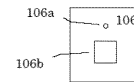
【図 6】



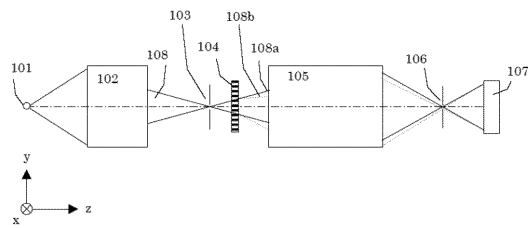
【図 8】



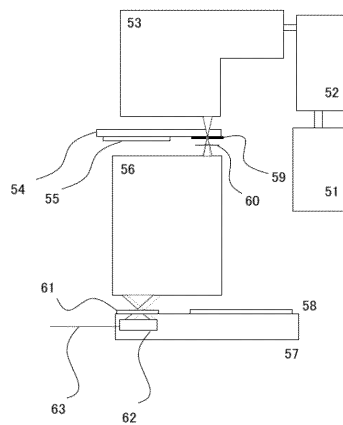
【図 9】



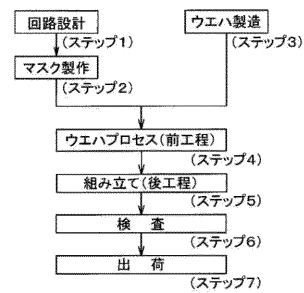
【図 7】



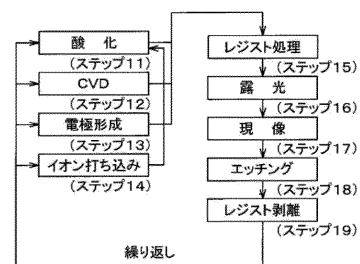
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 B 11/24 D

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 9 7 6 6 6 (J P , A)
特許第 4 2 8 0 5 2 1 (J P , B 2)
特許第 4 4 0 8 0 4 0 (J P , B 2)
米国特許第 5 8 3 5 2 1 7 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 M 1 1 / 0 0 - 1 1 / 0 2
G 0 1 B 9 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 3 F 7 / 2 0
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7