

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5932859号
(P5932859)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30	5 O 2 D
GO 3 F	9/00	(2006.01)	GO 3 F	9/00	H
GO 1 B	11/00	(2006.01)	GO 1 B	11/00	H

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-28867 (P2014-28867)	(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26年2月18日(2014.2.18)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2015-154008 (P2015-154008A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成27年8月24日(2015.8.24)	(72) 発明者	稲田 博志 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
審査請求日	平成27年5月28日(2015.5.28)	(72) 発明者	三島 和彦 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
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出装置、インプリント装置、および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに格子ピッチが異なる格子パターンにより生じるモアレ縞を検出する検出装置であって、

前記モアレ縞を撮像する撮像部と、

前記モアレ縞を前記撮像部に結像させる結像光学系と、

前記撮像部によって撮像された前記モアレ縞の撮像結果を処理する処理部と、

複数のパターン要素が第1方向に周期的に配置され、前記第1方向における前記パターン要素の幅が前記結像光学系の解像力以下であり、かつ、前記第1方向において前記複数のパターン要素の幅と間隔のデューティ比を変化させた、前記検出装置の評価用のマーク、
が形成された部材と、を備え、

前記撮像部が前記マークを撮像することを特徴とする検出装置。

【請求項2】

前記マークは、

前記デューティ比を前記第1方向に沿って正弦波状に変化させたパターンで構成されたマークを含む、ことを特徴とする請求項1に記載の検出装置。

【請求項3】

前記処理部は、

前記撮像部によって撮像された前記マークの撮像データを処理することにより、前記パターンのデューティ比が変化する方向の前記マークの位置を求めることを特徴とする請求

項 1 又は 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記処理部は、前記撮像部によって撮像された前記マークの撮像データを処理することにより、検出装置の評価を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 5】

互いに格子ピッチが異なる格子パターンにより生じるモアレ縞を検出する検出装置であって、

前記モアレ縞を撮像する撮像部と、

前記モアレ縞を前記撮像部に結像させる結像光学系と、

前記撮像部によって撮像された前記モアレ縞の撮像結果を処理する処理部と、

複数のパターン要素が第 1 方向に周期的に配置され、前記第 1 方向における前記パターン要素の幅が前記結像光学系の解像力以下であり、かつ、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向における前記複数のパターン要素の長さを変化させた、前記検出装置の評価用のマーク、が形成された部材と、を備え、

前記撮像部が前記マークを撮像することを特徴とする検出装置。

【請求項 6】

前記マークは、

前記第 2 方向の前記パターンの長さを正弦波状に変化させたパターンで構成されたマークを含む、ことを特徴とする請求項 5 に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記処理部は、

前記撮像部によって撮像された前記マークの画像を前記第 2 方向に積算し、該積算により得られる信号を用いて、前記検出装置の評価を行うことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記処理部は、

前記撮像部によって撮像された前記マークの撮像データを処理することにより、前記第 1 方向の前記マークの位置を求めることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記処理部は、前記撮像部によって撮像された前記マークの撮像データを処理することにより、前記結像光学系の倍率、又は、前記検出装置の計測再現性を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 10】

異なる 2 つの被検体にそれぞれ形成された格子パターンを重ね合わせることで、前記 2 つの被検体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、

前記 2 つの被検体にそれぞれ形成された格子パターンにより生じるモアレ縞を検出する、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の検出装置と、

前記検出装置による検出結果に基づき、前記 2 つの被検体の位置合わせを行う位置決め機構と、を備えることを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項 11】

パターンが形成されたモールドを用いて、基板上的インプリント材にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドと前記基板を 2 つの被検体として、前記 2 つの被検体の位置合わせを行う、請求項 10 に記載の位置合わせ装置を有し、

前記位置合わせ装置により位置合わせされた前記モールドと前記基板を用いて、前記インプリント材にパターンを形成することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

請求項 1 1 に記載のインプリント装置を用いてパターンを基板に形成する工程と、前記工程で前記パターンが形成された基板を加工する工程と、を含む物品の製造方法。

【請求項 1 3】

マークを検出する検出装置であって、
 前記マークを撮像する撮像部と、
 前記マークの像を前記撮像部に導く結像光学系と、
 前記撮像部によって撮像された前記マークの撮像結果を処理する処理部と、
 複数のパターン要素が第 1 方向に周期的に配置され、前記第 1 方向における前記パターン要素の幅が前記結像光学系の解像力以下であり、かつ、前記第 1 方向に垂直な第 2 方向における前記複数のパターン要素の長さを変化させた、前記検出装置の評価用のマーク、
 が形成された部材と、を備え、

10

前記撮像部が前記複数のパターン要素の長さを変化させたマークを撮像し、
 前記処理部は、前記撮像部によって撮像された前記複数のパターン要素の長さを変化させたマークの撮像データと、前記複数のパターン要素の長さを変化させたマークのパターンの情報を用いて、前記結像光学系の光学性能を求めることを特徴とする検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マークを検出する検出装置、マークを検出する検出装置を備えるインプリント装置、およびそれらを用いた物品の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス等を製造する技術として、インプリント技術が知られている。インプリント技術は、パターンが形成されたモールドを用いて、基板上に供給されたインプリント材にパターンを形成する技術である。

【0003】

特許文献 1 は、基板上のショット領域に形成されたアライメントマークとモールドに形成されたアライメントマークを同時に検出する検出装置を備えるインプリント装置が記載されている。特許文献 1 の検出装置は、モールドと基板のそれぞれに形成されたアライメントマークが相対位置の計測方向に格子ピッチをもつ格子パターンを含み、両格子パターンにより形成されるモアレ縞の位相の検出結果に基づいてモールドと基板のダイバダイアライメントを行う。

30

【0004】

上記検出装置において、基板の格子パターンとモールドの格子パターンの計測方向における両格子ピッチは互いに僅かに異なっており、両格子パターンを重ねると、両格子パターンからの回折光同士が干渉して格子ピッチの差を反映した周期を有するモアレ縞が現れる。格子パターンの相対位置が計測方向に変化すると、モアレ縞の位相が変化するので、モアレ縞の位相を検出することにより基板とモールドの位置合わせを行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献 1】特表 2008 - 522412 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

モアレ縞を検出して基板とモールドの位置合わせを行うには、まず検出装置自体の性能を評価する必要がある。基板とモールドそれぞれの格子パターンの格子ピッチの差から求まるモアレ縞の周期と、実際に検出装置の撮像部で撮像されるモアレ縞の周期を用いることで検出装置の光学性能の一つである光学倍率（光学系の倍率）を評価することができる。

50

【0007】

特許文献1のインプリント装置に備わっている検出装置は、基板に形成された格子パターンとモールドに形成された格子パターンが重なっていないとモアレ縞を検出することができない。そのため、格子パターンが形成された基板とモールドを用いなければ、検出装置の性能を評価することができない。

【0008】

そこで本発明は、基板とモールドに形成された格子パターンを用いずに検出装置の性能を評価することができる検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の検出装置は、互いに格子ピッチが異なる格子パターンにより生じるモアレ縞を検出する検出装置であって、前記モアレ縞を撮像する撮像部と、前記モアレ縞を前記撮像部に結像させる結像光学系と、前記撮像部によって撮像された前記モアレ縞の撮像結果を処理する処理部と、複数のパターン要素が第1方向に周期的に配置され、前記第1方向における前記パターン要素の幅が前記結像光学系の解像力以下であり、かつ、前記第1方向において前記複数のパターン要素の幅と間隔のデューティ比を変化させた、前記検出装置の評価用のマーク、が形成された部材と、を備え、前記撮像部が前記マークを撮像することを特徴とする。

10

【0010】

また、本発明の別の側面としての検出装置は、互いに格子ピッチが異なる格子パターンにより生じるモアレ縞を検出する検出装置であって、前記モアレ縞を撮像する撮像部と、前記モアレ縞を前記撮像部に結像させる結像光学系と、前記撮像部によって撮像された前記モアレ縞の撮像結果を処理する処理部と、複数のパターン要素が第1方向に周期的に配置され、前記第1方向における前記パターン要素の幅が前記結像光学系の解像力以下であり、かつ、前記第1方向に垂直な第2方向における前記複数のパターン要素の長さを変化させた、前記検出装置の評価用のマーク、が形成された部材と、を備え、前記撮像部が前記マークを撮像することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、基板とモールドに形成された格子パターンを用いずにモアレ縞を検出する検出装置の性能を評価することができる検出装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態に係るインプリント装置を示す図である。

【図2】第1実施形態に係る検出装置を示す図である。

【図3】モアレ縞が発生するアライメントマークを示す図である。

【図4】第1実施形態に係るアライメントマークを示す図である。

【図5】第1実施形態に係る検出装置でマークを検出する様子を示す図である。

【図6】第1実施形態に係る基準マークと位置検出系で検出される像を示す図である。

【図7】第2実施形態に係る基準マークと位置検出系で検出される像を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において、同一の部材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。

【0014】

(第1実施形態)

(インプリント装置)

図1を用いて第1実施形態のインプリント装置1について説明する。ここでは、光の照射によってインプリント材を硬化させる光硬化法を採用したインプリント方法について説明する。また、インプリント材として紫外線硬化樹脂を用い、光として紫外線を用いるイ

50

ンプリント方法について説明する。光硬化法を用いたインプリント装置 1 では、シリコンウエハより成る基板 8 (ウエハ) 上のインプリント領域であるショット領域にインプリント材 9 (光硬化性樹脂、紫外線硬化樹脂) を供給する。基板 8 上に供給されたインプリント材 9 をモールド 7 (テンプレート、原版) で成形し、インプリント材 9 を硬化させることで、基板 8 上にパターンを形成する。また、以下の説明において図 1 示すように、モールド 7 を基板 8 に押し付ける方向を Z 軸とし、Z 軸に直交し基板 8 の表面に平行な面内に互いに直交するように X 軸と Y 軸を取っている。

【0015】

図 1 のインプリント装置 1 には、照射部 2 と、検出装置 3 と、モールド保持部 4 と、基板ステージ 5 と、塗布装置 6 を備える。

10

【0016】

照射部 2 は、インプリント材 9 を硬化させるためにモールド 7 と基板 8 上のインプリント材 9 とを接触させた後 (押印) に、紫外線を照射する。この照射部 2 には、光源 (不図示) の他に光源から射出される紫外線をモールド 7 に対して所定の照射領域で均一に照明するための光学素子が含まれていても良い。光源としては、例えば、高圧水銀ランプ、各種エキシマランプ、エキシマレーザーまたは発光ダイオードなど用いることができる。光源は、インプリント材 9 の特性に応じて適宜選択されるが、本発明は、光源の種類、数、または波長などにより限定されるものではない。また、モールド 7 は、基板 8 に対向する面に凹凸状のパターンが形成されており、照射部 2 からの紫外線を透過させることが可能な材料 (石英など) からなる。

20

【0017】

モールド保持部 4 (インプリントヘッド) は、モールド 7 を保持する機構である。モールド保持部は、例えば真空吸着力や静電力によりモールド 7 を引き付けて保持している。モールド保持部 4 は、モールドチャックと、インプリント材 9 にモールド 7 を接触させる (押し付ける) ためにモールドチャックを Z 方向に駆動する駆動機構と、モールド 7 を X 方向及び Y 方向に変形させるための補正機構を含む。補正機構によりモールド 7 を変形させることで、パターン面 7 a を基板上のショット領域に合わせることができる。

【0018】

モールド 7 と基板 8 とは、Z 方向に間隔を置いて配置された第 1 物体と第 2 物体とを構成している。インプリント装置 1 における押印及び離型の各動作は、モールド 7 を Z 方向に移動させることで実現してもよいが、例えば、基板ステージ 5 を Z 方向に移動させることで実現してもよく、または、その両方を同時または順次移動させてもよい。基板ステージ 5 は、基板 8 を保持する機構である。基板ステージ 5 は、例えば真空吸着により保持し、かつ、XY 平面内を移動可能とする。

30

【0019】

インプリント装置 1 は、モールド 7 と基板 8 に形成されたアライメントマークを検出する検出装置 3 を備える。インプリント装置 1 は検出装置 3 の検出結果を用いて、モールド 7 と基板 8 の相対的な位置を求めることができる。検出装置 3 はモールド 7 に形成されたマーク 10 (第 1 マーク及び第 3 マーク) と基板 8 に形成されたマーク 11 (第 2 マーク及び第 4 マーク 11) を光学的に検出してモールドと基板の相対的な位置を求める。

40

【0020】

第 1 実施形態の検出装置 3 の光軸は、基板 8 の表面に対して垂直になるように配置されている。また、検出装置 3 はモールド 7 に形成されたマーク 10 および基板 8 に形成されたマーク 11 の位置に合わせて、X 方向及び Y 方向に駆動可能なように構成されている。さらに、検出装置 3 は、マーク 10 とマーク 11 の位置に検出装置の検出光学系 (結像光学系) の焦点を合わせるために Z 方向にも駆動可能なように構成されている。

【0021】

インプリント装置 1 は、モールド 7 と基板 8 の位置合わせを行う。位置合わせは、検出装置 3 で検出されたアライメントマークの検出結果から求めた、モールド 7 と基板 8 の相対的な位置に基づいて、基板ステージ 5 やモールド 7 の補正機構 (駆動機構) の駆動が制

50

御される。

【0022】

塗布装置6（ディスペンサ）は、図1のようにインプリント装置1の内部に備わっており、基板8上に未硬化状態のインプリント材9を塗布（供給）する。一方で、インプリント装置1の内部には塗布装置6を設置せず、インプリント装置1の外部に塗布装置を準備し、予めインプリント装置1の外部でインプリント材9を塗布した基板8をインプリント装置1の内部に導入してもよい。そのようにすれば、インプリント装置1の内部での塗布工程がなくなるため、インプリント装置1で行う処理の迅速化が可能となる。

【0023】

（インプリント処理）

次に、インプリント装置1によるインプリント処理（インプリントサイクル）について説明する。以下に説明するインプリント処理は、図1で示した制御部CNT（処理部）に有するメモリMR Yに格納されているプログラムを実行することで実施される。また、制御部CNTに有するプロセッサPR CはメモリMR Yに格納されたプログラムを処理する。このように、本発明のインプリント処理の動作は、制御部CNTのメモリMR Yに格納されたプログラムに従って実行される。

【0024】

制御部CNTは、まずインプリント装置1の内部に搬入された基板8を不図示の基板搬送部により基板ステージ5に搬送し、この基板8を基板ステージ5上に固定させる。続いて制御部CNTは、基板ステージ5を塗布装置6の塗布位置へ移動させる。その後、塗布装置6は、塗布工程として基板8上の所定のショット領域にインプリント材9を塗布する。次に、制御部CNTは、インプリント材9が供給された基板8上のショット領域がモールド7の直下に位置するように、基板ステージ5を移動させる。

【0025】

次に、制御部CNTは、モールド保持部4を不図示の駆動機構によって駆動させ、基板8上のインプリント材9とモールド7を接触させる（押印工程）。このとき、インプリント材9は、モールド7との接触によりモールド7のパターン面7aに形成されたパターンに沿って流動する（充填工程）。さらにモールド7とインプリント材9とが接触した状態で、検出装置3は、モールド7のマーク10と基板8のマーク11を検出する。制御部CNTは、検出装置3の検出結果から、モールド7と基板8の相対的な位置を求めて、基板ステージ5を駆動させることでモールド7と基板8の相対的な位置を合わせる。また制御部CNTは、モールド保持部4の補正機構を駆動させることにより、モールド7のパターン面7aの補正を行う。

【0026】

インプリント材9のパターン面7aへの流動と、モールド7と基板8との位置合わせ及びモールド7の補正等が十分になされた段階で、照射部2はモールド7の背面（上面、パターン面7aの反対側の面）から紫外線を照射する。インプリント材9は、モールド7を透過した紫外線により硬化される（硬化工程）。紫外線を照射する際、制御部CNTは検出装置3が照射部2の光路を遮らないように退避駆動させる。インプリント材を硬化させた後、制御部CNTはモールド保持部4を駆動させ、モールド7と基板8との間隔を広げる（離型工程）ことにより、基板8上のインプリント材9にモールド7の凹凸パターンが転写される。

【0027】

（検出装置とアライメントマークについて）

次に、検出装置3及びモールド7に形成されたマーク10、基板8に形成されたマーク11について説明する。図2は第1実施形態のインプリント装置1に有する、アライメントマークを検出する検出装置3の構成の一例を示す。検出装置3は、アライメントマークを照明するための光源23、光が照射されたアライメントマークの像やモアレ縞を撮像する撮像素子25（検出部）を備える。また、検出装置3には、検出光学系21と照明光学系22を備える。照明光学系22は、プリズム24等の光学部材が含まれており、プリズ

10

20

30

40

50

ム 2 4 を用いて光源 2 3 からの光を検出光学系 2 1 と同じ光軸上へ導き、マーク 1 0 及びマーク 1 1 を照明する。

【 0 0 2 8 】

光源 2 3 には、ハロゲンランプや L E D 等を用い、可視光線や赤外線を照射するように構成されている。光源 2 3 から照射される光には、インプリント材 9 を硬化させる紫外線を含まないようにしている。検出光学系 2 1 と照明光学系 2 2 は、それらを構成する光学部材の一部を共有するように構成されており、プリズム 2 4 は検出光学系 2 1 と照明光学系 2 2 の瞳面もしくはその近傍に配置されている。

【 0 0 2 9 】

マーク 1 0 とマーク 1 1 はそれぞれ互いにピッチが異なる格子パターンから構成されている。検出光学系 2 1 は、照明光学系 2 2 によって光源 2 3 からの光が照明され、マーク 1 0 及びマーク 1 1 で回折した光により発生するモアレ縞（回折光）を撮像素子 2 5 上に結像する。撮像素子 2 5 には、C C D や C M O S などが用いられる。

【 0 0 3 0 】

モアレ縞の発生の原理とモアレ縞を用いたモールド 7 と基板 8 との相対的な位置検出について説明する。図 3 (a) と図 3 (b) に示すような互いに格子ピッチが僅かに異なる格子パターン 3 1 と 3 2 を重ねると、格子パターン 3 1 と 3 2 で回折する回折光により、図 3 (c) のような格子ピッチの差を反映した周期をもつモアレ縞が発生する。モアレ縞は、格子パターン 3 1 と 3 2 の相対的な位置によって明暗の位置（モアレ縞の位相）が変化する。例えば、格子パターン 3 1 と 3 2 の一方が僅かにずれると、図 5 (c) のモアレ縞は図 5 (d) のように変化する。モアレ縞は、格子パターン 3 1 と 3 2 の実際の相対的な位置ずれ量を拡大して、大きな周期の縞として発生するため、検出光学系 2 1 の解像力が低くても、精度良く 2 物体間の相対位置関係を計測することができる。

【 0 0 3 1 】

そこで、第 1 実施形態のインプリント装置では、モールド 7 に形成されたマーク 1 0 に格子パターン 3 1 を用い、基板 8 に形成されたマーク 1 1 を用いてモアレ縞を撮像することでモールド 7 と基板 8 との相対的な位置合わせを行う。検出装置 3 の検出光学系 2 1 の解像力は、格子パターン 3 1 と 3 2 を解像することはできないが、モアレ縞を解像することができるほどの解像力を有しているものとする。

【 0 0 3 2 】

モアレ縞（回折光）を検出するために格子パターン 3 1 と 3 2 を明視野で検出（垂直方向から照明し、垂直方向から回折光を検出）しようとする、検出装置 3 は、格子パターン 3 1 や 3 2 からの 0 次回折光を検出してしまふ。格子パターン 3 1 と 3 2 のどちらか一方からの 0 次回折光はモアレ縞のコントラストを下げる要因になる。

【 0 0 3 3 】

そこで、第 1 実施形態の検出装置 3 は、マーク 1 0 及びマーク 1 1 を斜入射で照明することで 0 次回折光を検出しない暗視野の構成をとっている。斜入射で照明する暗視野の構成でもモアレ縞を検出できるように、モールド側のマーク 1 0 または基板側のマーク 1 1 の一方を図 4 (a) に示すようなチェッカーボード状の格子パターンとし、他方を図 4 (b) に示すような格子パターンにしている。ここでは、モールド側のマーク 1 0 a をチェッカーボード状の格子パターンとし、基板側のマーク 1 1 a を図 4 (b) に示すような格子パターンとする。モールド側のマーク 1 0 a は計測方向と計測方向に直交する方向（非計測方向）とに格子ピッチをもつ格子パターンを含み、基板側のマークは計測方向に格子ピッチをもつ格子パターンを含む。照明光学系 2 2 からの光は、モールドと基板に垂直な方向から非計測方向に傾いてマークを照明する。マークに斜入射で入射した光は基板側に配置されたチェッカーボード状の格子パターンによって非計測方向に回折され、検出光学系 2 1 は非計測方向に関してゼロ次以外の特定の次数の回折光のみを検出するように配置されている。

【 0 0 3 4 】

モールド側と基板側のどちらをチェッカーボード状の格子パターンにしても、検出され

10

20

30

40

50

るモアレ縞の周期は同じである。また、図3で説明した格子パターンで形成されるモアレ縞と、図4(a)と図4(b)に示す格子パターンの計測方向(X方向)の格子ピッチ差が図3(a)と図3(b)の格子パターンの格子ピッチの差と同じであれば、モアレ縞の周期は同じである。

【0035】

(基準プレートについて)

基板ステージ5上に配置された基準プレート26を用いた検出装置3の光学性能評価について説明する。図1に示すようにインプリント装置1には、基準マーク27が形成された基準プレート26が基板ステージ5上に配置されている。基準プレート26の部材は、ガラスからなり、基準プレート26の表面上にクロム膜にて基準マーク27が形成されて

10

【0036】

図5は第1実施形態の検出装置3が基準マーク27を検出する際の、検出装置3とモールド7、基準プレート26の配置を示している。制御部CNTは、基準プレート26がモールド7の下に配置されるように基板ステージ5をX方向及びY方向に移動させる。検出装置3は、モールド7のパターン面7aよりも外側でパターン面7aを介さずに基準マーク27を検出するために、X方向及びY方向に駆動する。その際に検出装置3は、基準マーク27の位置に光学系の焦点を合わせるためにZ方向にも駆動することができる。検出装置3は、基準マーク27を斜入射照明し、基準マーク27からの散乱光を暗視野検出し撮像素子25上に基準マーク27の像を結像する。そのマーク像は、検出装置3の光学性能評価を行う上で、モールド7と基板8のマーク10, 11によるモアレ縞と同様な正弦波信号であることが望ましい。

20

【0037】

(基準マークについて)

正弦波信号を発生させる基準マーク27の詳細を説明する。図6(a)に示すように第1実施形態の基準マーク27は、ガラス面上のクロム膜の有無で作成されており、例えば、白抜き領域にクロム膜が形成されている。図6(a)に記載されている基準マーク27は、複数のライン状のパターンからなる。基準マーク27に含まれる複数のライン状のパターンは、計測方向(X方向)に並んでいる。ライン状のパターンの計測方向の線幅と線同士の間隔(ピッチ)は、検出装置3の検出光学系21の解像力以下として、線幅とピッチのデューティ比を正弦波的に変化させている。ここでは、ライン状のパターンのピッチを一定にして、線幅を正弦波的に変化させているものを示す。こうすることで、ライン状のパターンのピッチに対する線幅の比を正弦波状に変化させている。

30

【0038】

図6(b)は、検出装置3の撮像素子25上で撮像される基準マーク27の像を示している。基準マーク27は、検出装置3の検出光学系21の解像力以下のパターンであるため、図6(b)に示すようにパターンの線は解像できずに撮像素子25で撮像される基準マーク27の像はぼけている。撮像素子25で撮像された像は、正弦波的に変化させた線幅とピッチのデューティ比の変化に合わせた明暗変化の像となり、モアレ縞と同様な正弦波信号となる。

40

【0039】

制御部CNTは撮像素子25で撮像された基準マーク27の像を用いて正弦波信号(検出信号)の周期を求めることができる。基準マーク27の線幅とピッチのデューティ比を正弦波的に変化させた周期により、撮像素子25で撮像された基準マーク27の正弦波信号の周期は定まる。そのため、実際に検出装置3の撮像素子25に結像した基準マーク27の正弦波信号の周期から、制御部CNTは、検出装置3の光学性能の一つである光学倍率を評価することができる。ここでは、特に検出装置3の検出光学系21(結像光学系)の倍率を評価することができる。また、撮像素子25により基準マーク27による正弦波信号を複数回撮像し、正弦波信号の位相の変動から検出装置3の光学性能の一つである計測再現性を評価することができる。

50

【 0 0 4 0 】

このように、上述の基準マーク 27 を検出装置 3 が検出することにより、モールド 7 と基板 8 を用いずに検出装置 3 の光学性能を評価することができる。

【 0 0 4 1 】

(第 2 実施形態)

(基準マークについて)

正弦波信号を発生させる基準マーク 27 について別の実施形態を説明する。図 7 を用いて第 2 実施形態の検出装置 3 が検出する基準マーク 27 の詳細を説明する。基準マーク 27 以外のインプリント装置 1、検出装置 3 の構成は第 1 実施形態と同様なので説明を省略する。

10

【 0 0 4 2 】

図 7 (a) に示すように第 2 実施形態の基準マーク 27 は第 1 実施形態と同様にガラス面上のクロム膜の有無で作成されており、白抜き領域にクロム膜が形成されている。図 7 (a) に記載されている基準マーク 27 は、複数のライン状のパターンからなる。基準マーク 27 に含まれる複数のライン状のパターンは、計測方向 (X 方向) に並んでいる。ライン状のパターンの計測方向の線幅と線同士の間隔 (ピッチ) は、検出装置 3 の検出光学系 21 の解像力以下である。第 2 実施形態の基準マーク 27 は、ライン状のパターンの非計測方向 (Y 方向) の長さを正弦波的に変化させている。ここでは、ライン状のパターンのピッチを一定にして、非計測方向の長さを正弦波的に変化させているものを示す。

【 0 0 4 3 】

20

図 7 (b) は、検出装置 3 の撮像素子 25 上で撮像される基準マーク 27 の像を示している。図 7 (a) に示す基準マーク 27 は、検出装置 3 の検出光学系 21 の解像力以下のマークである。そのため、検出装置 3 の撮像素子 25 上の像は、図 7 (b) に示すようにマークの線は解像できずにぼけて、正弦波的に変化させた非計測方向の長さの変化に合わせた明暗変化の像となる。この像を撮像素子 25 にて非計測方向に積算することで、正弦波状の明暗変化の像となり、モアレ縞と同様な正弦波信号となる。

【 0 0 4 4 】

制御部 CNT は撮像素子 25 で撮像された基準マーク 27 の像を用いて正弦波信号 (検出信号) の周期を求めることができる。基準マーク 27 の非計測方向の長さを正弦波的に変化させた周期により基準マーク 27 による正弦波信号の周期は定まる。制御部 CNT は、実際に検出装置 3 の撮像素子 25 に撮像された正弦波信号の周期から、検出装置 3 の検出光学系 21 の光学性能の一つである光学倍率を評価することができる。また、撮像素子 25 により基準マーク 27 による正弦波信号を複数回検出し、正弦波信号の位相の変動から検出装置 3 の光学性能の一つである計測再現性を評価することができる。

30

【 0 0 4 5 】

このように、上述の基準マーク 27 を検出装置 3 が検出することにより、モールド 7 と基板 8 を用いずに検出装置 3 の光学性能を評価することができる。

【 0 0 4 6 】

(その他の形態)

上記何れの実施形態も、基準プレート 26 に形成された基準マーク 27 を用いて説明したが、基準マーク 27 が形成されている場所はこれに限らない。例えば、基板ステージ 5 に基準マーク 27 が直接設けられていても良い。また、基準マーク 27 は、基板に形成されていても良い。基板ステージ 5 が基板 8 を保持する前に、基板 8 の代わりに基準マーク 27 が形成された基板を保持しても良い。基板上に形成された基準マーク 27 を検出装置 3 が検出し、検出装置 3 の評価を行う。評価を行った後に、基準マーク 27 が形成された基板をインプリント装置から搬出し、パターンを形成する基板 8 を搬入してインプリント処理を行うこともできる。

40

【 0 0 4 7 】

上記何れの実施形態も、検出装置 3 で基準マーク 27 を検出する際にモールド 7 のパターン面 7 a を介さずに基準マーク 27 を検出していたが、パターン面 7 a 内の領域であっ

50

てもパターンが無い領域を介して基準マーク27を検出してもよい。また、モールド7がモールド保持部4によって保持されていない状態で、検出装置3は基準マーク27を検出しても良い。つまり検出装置3はモールド7を介さずに基準マークを検出してもよく、その場合、モールド7、基板8両方を用いずに検出装置3の光学性能を評価することができる。

【0048】

上記何れの実施形態も、検出装置3は暗視野照明を行う場合について説明したが、明視野照明を行ってモアレ縞を検出しても良い。

【0049】

上記何れの実施形態も、インプリント材として紫外線硬化樹脂を用いて説明したが、紫外線硬化樹脂以外の光硬化樹脂でも良く、半導体デバイスの種類などにより適宜選択される。そのため、照射部2から照射される光もまた、基板上に供給される光硬化樹脂の種類に応じて光の波長を適宜選択される。

【0050】

(物品の製造方法)

物品の製造方法について説明する。物品としてのデバイス(半導体集積回路素子、液晶表示素子等)の製造方法は、上述したインプリント装置を用いて基板(ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板)にパターンを形成する工程を含む。さらに、該製造方法は、パターンを形成された基板をエッチングする工程を含み得る。なお、パターンドメディア(記録媒体)や光学素子などの他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングの代わりにパターンを形成された基板を加工する他の処理を含み得る。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。

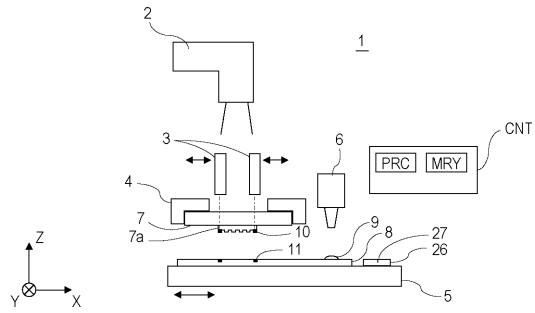
【0051】

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ず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

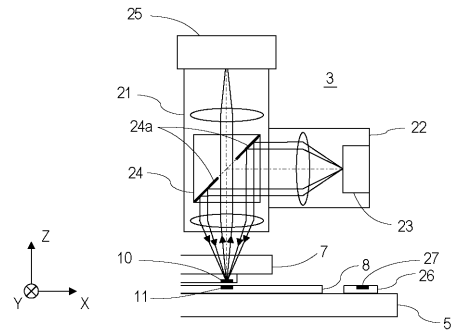
10

20

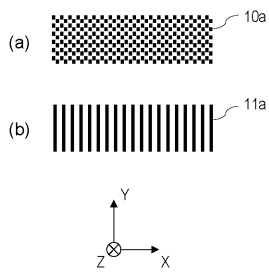
【 図 1 】



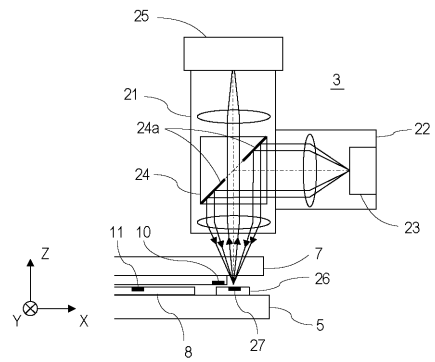
【 図 2 】



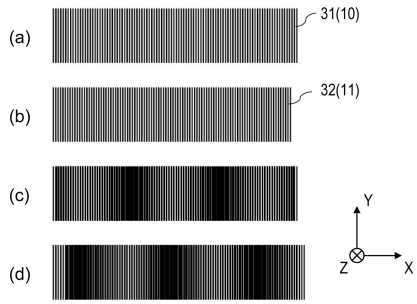
【 図 4 】



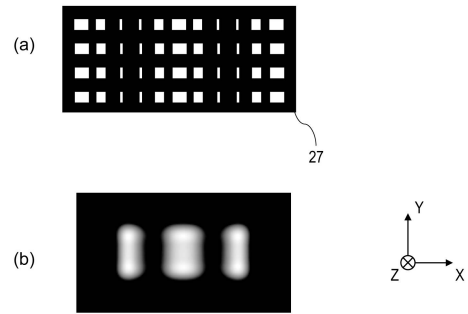
【 図 5 】



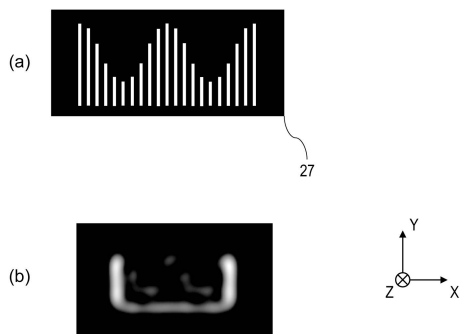
【 図 3 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 宮春 隆文
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 新井 重雄

(56)参考文献 特開2012-256893(JP,A)
特開2012-146959(JP,A)
特開2012-089852(JP,A)
特表2011-510494(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G01B 11/00
G03F 9/00