

(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2011-237781

(P2011-237781A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(51) Int.Cl.

G03F 9/00 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

F 1

G03F 9/00
H01L 21/30
H01L 21/30

テーマコード(参考)

2 H 0 9 7
5 F 0 4 65 2 9
5 2 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-85329 (P2011-85329)
 (22) 出願日 平成23年4月7日 (2011.4.7)
 (31) 優先権主張番号 10-2010-0042384
 (32) 優先日 平成22年5月6日 (2010.5.6)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(特許庁注: 以下のものは登録商標)
 1. ポラロイド

(71) 出願人 390019839
 三星電子株式会社
 Samsung Electronics
 Co., Ltd.
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
 Gyeonggi-do, Republic
 of Korea
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

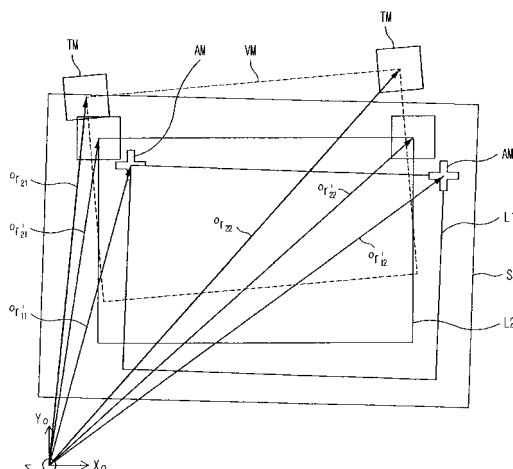
(54) 【発明の名称】マスクレス露光装置とマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法

(57) 【要約】

【課題】マスクレス露光工程で仮想のマスクを用いてレイヤ別にオーバーレイする方法を通してマスクレス積層露光を行うことができる整列方法を提案する。

【解決手段】マスクレス露光で既存のマスク露光のマスクと同一の役割をする仮想のマスクという概念を導入し、既存のマスク露光の整列マークと同一の役割をする仮想のターゲットマークという概念を導入してレイヤ別にオーバーレイを行うことによって、マスクレス露光でも積層露光を行うことができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板を移動させるステージと、
前記基板に積層されるレイヤと、
前記レイヤにパターンを露光するために露光ビームをピームスポットアレイ状に転写し、仮想のマスクを生成する光変調素子と、
前記レイヤに彫られた整列マークの位置を計測する整列部と、
前記計測された整列マークの位置を用いて前記仮想のマスクに存在するターゲットマークの位置を計算し、前記計算されたターゲットマークの位置を用いて前記仮想のマスクと前記基板の整列を行う制御部と、を含むマスクレス露光装置。

10

【請求項 2】

前記レイヤは複数で構成される、請求項 1 に記載のマスクレス露光装置。

【請求項 3】

前記各レイヤには前記整列マークが 2 個以上存在する、請求項 2 に記載のマスクレス露光装置。

【請求項 4】

前記整列部は、前記各レイヤ別の前記整列マークの位置を計測するスコープである、請求項 2 に記載のマスクレス露光装置。

【請求項 5】

前記整列部は、前記複数のレイヤのうち i 番目のレイヤに対する露光、現像、エッチング、蒸着及び P R 塗布などの一連の工程が終了し、 $(i + 1)$ 番目のレイヤを露光する直前の基板で前記 i 番目のレイヤに存在する前記整列マークの位置を計測する、請求項 2 に記載のマスクレス露光装置。

20

【請求項 6】

前記制御部は、前記計算されたターゲットマークの位置と前記計測された整列マークの位置との間の相対位置を計算し、前記計算された相対位置によって前記各レイヤ別にオーバーレイするように前記ステージの移送量を決定する、請求項 5 に記載のマスクレス露光装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記 $(i + 1)$ 番目のレイヤを露光する前に前記計算された相対位置量だけ前記ステージの移送量を補償し、前記仮想のマスクと前記基板の整列を行う、請求項 6 に記載のマスクレス露光装置。

30

【請求項 8】

前記ターゲットマークは、前記オーバーレイ整列時に基準になる仮想の整列マークである、請求項 6 に記載のマスクレス露光装置。

【請求項 9】

基板をステージ上に載せ、
前記基板にレイヤを積層する場合、前記レイヤにパターンを露光するために光変調素子を用いて仮想のマスクを生成し、

40

前記レイヤに彫られた整列マークの位置を計測し、

前記計測された整列マークの位置を用いて前記仮想のマスクに存在するターゲットマークの位置を計算し、

前記計算されたターゲットマークの位置を用いて前記仮想のマスクと前記基板の整列を行うことを含むマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法。

【請求項 10】

前記レイヤは複数で構成される、請求項 9 に記載のマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法。

【請求項 11】

前記整列マークの位置を計測するのは、

前記複数のレイヤのうち i 番目のレイヤに対する露光、現像、エッチング、蒸着及び P

50

R塗布などの一連の工程が終了し、(i+1)番目のレイヤを露光する直前の基板で前記i番目のレイヤに存在する前記整列マークの位置を計測する、請求項10に記載のマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法。

【請求項12】

前記計算されたターゲットマークの位置と前記計測された整列マークの位置との間の相対位置を計算し、

前記計算された相対位置によって前記ステージの移送量を決定し、

前記決定されたステージの移送量を補償し、前記複数のレイヤをオーバーレイすることをさらに含む、請求項11に記載のマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法。

【請求項13】

前記ターゲットマークは、前記オーバーレイ整列時に基準になる仮想の整列マークである、請求項12に記載のマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マスクレス露光で仮想のマスクを用いてオーバーレイを行うための整列方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、液晶ディスプレイ(LCD; Liquid Crystal Display)、プラズマディスプレイパネル(PDP; Plasma Display Panel)及び平板ディスプレイパネル(FPD; Flat Panel Display)を構成する基板(又は半導体ウェハ)にパターンを形成する方法では、まず、基板にパターン材料を塗布し、フォトマスクを使用してパターン材料に選択的に露光を行い、化学的性質の変化したパターン材料部分又はその他の部分を選択的に除去することによってパターンを形成する。

【0003】

しかしながら、基板が漸次大型化され、パターンが精密化されるにつれて、フォトマスクを使用せず、基板(又は半導体ウェハ)に所望のパターンを形成するマスクレス露光工程が開発されている。マスクレス露光によれば、マスクの製作/洗浄/保管などに費用がかからず、自由なパネル設計が可能であり、マスクの製作期間が要されないので、リードタイムが短縮される。さらに、マスクレス露光によれば、マスクの欠陥がないので、工程ロスがなく、ハイブリッド設計の適用によって生産柔軟性を高めることができる。

【0004】

基板には複数のレイヤが積層されているが、このレイヤは、露光工程を通して基板上にパターンを形成する。パターンが漸次微細化されるにつれて、パターンが形成されたレイヤの数も増加しつつある。既存のマスク露光の一般的な方法では、一つの基板に複数のレイヤを積層する場合、マスクと基板(又はウェハ)の整列マークを用いて整列する。

【0005】

しかしながら、マスクレス露光の場合、マスクが物理的に存在しないので、マスクと基板の整列マーク間の相対位置を知ることができない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、マスクレス露光で仮想のマスクを用いてレイヤ別にオーバーレイする方法を通してマスクレス積層露光を行うことができる整列方法を提案しようとする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

このために、本発明の一側面によるマスクレス露光装置は、基板を移動させるステージと、基板に積層されるレイヤと、レイヤにパターンを露光するために露光ビームをビーム

10

20

30

40

50

スポットアレイ状に転写し、仮想のマスクを生成する光変調素子と、レイヤに彫られた整列マークの位置を計測する整列部と、計測された整列マークの位置を用いて仮想のマスクに存在するターゲットマークの位置を計算し、計算されたターゲットマークの位置を用いて仮想のマスクと基板の整列を行う制御部とを含む。

【0008】

レイヤは複数で構成され、各レイヤには整列マークが2個以上存在することが望ましい。

【0009】

整列部は、各レイヤ別の整列マークの位置を計測するスコープである。

【0010】

整列部は、複数のレイヤのうち i 番目のレイヤに対する露光、現像、エッチング、蒸着及びPR塗布などの一連の工程が終了し、($i+1$)番目のレイヤを露光する直前の基板で i 番目のレイヤに存在する整列マークの位置を計測することが望ましい。

【0011】

制御部は、計算されたターゲットマークの位置と計測された整列マークの位置との間の相対位置を計算し、計算された相対位置によって各レイヤ別にオーバーレイするようにステージの移送量を決定する。

【0012】

制御部は、($i+1$)番目のレイヤを露光する前に計算された相対位置量だけステージの移送量を補償し、仮想のマスクと基板の整列を行うことが望ましい。

【0013】

ターゲットマークは、オーバーレイ整列時に基準になる仮想の整列マークである。

【0014】

そして、本発明の一側面によるマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法は、基板をステージ上に載せ；基板にレイヤを積層する場合、レイヤにパターンを露光するために光変調素子を用いて仮想のマスクを生成し；レイヤに彫られた整列マークの位置を計測し；計測された整列マークの位置を用いて仮想のマスクに存在するターゲットマークの位置を計算し；計算されたターゲットマークの位置を用いて仮想のマスクと基板の整列を行うことを含む。

【0015】

また、本発明の一側面によるマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法は、計算されたターゲットマークの位置と計測された整列マークの位置との間の相対位置を計算し；計算された相対位置によってステージの移送量を決定し；決定されたステージの移送量を補償し、複数のレイヤをオーバーレイすることをさらに含む。

【発明の効果】

【0016】

提案されたマスクレス露光装置とマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法によれば、マスクレス露光で既存のマスク露光のマスクと同一の役割をする仮想のマスクという概念を導入し、既存のマスク露光の整列マークと同一の役割をする仮想のターゲットマークという概念を導入してレイヤ別にオーバーレイを行うことによって、マスクレス露光でも積層露光を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施例によるマスクレス露光装置の構成図である。

【図2】本発明の一実施例によるマスクレス露光で仮想のマスクを生成する概念図である。

【図3】本発明の一実施例によるマスクレス露光でのマーク位置に対する定義を例示した第1の図である。

【図4】本発明の一実施例によるマスクレス露光でのマーク位置に対する定義を例示した第2の図である。

10

20

30

40

50

【図5】本発明の一実施例によるマスクレス露光でのターゲットマークに対する拡張を例示した図である。

【図6】本発明の一実施例によるマスクレス露光で露光しようとするパターンがデザインされたCADファイル(以下、マスク設計のための図面ファイルを総称する)からの整列マークの公称位置座標を例示した図である。

【図7】本発明の一実施例によるマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の一実施例を添付の図面を参照して詳細に説明する。

10

【0019】

図1は、本発明の一実施例によるマスクレス露光装置の構成図である。図1において、本発明の一実施例によるマスクレス露光装置100は、移動部110、光源部120、投影部130、整列部140、マーク撮像部150及び制御部160を含む。

【0020】

移動部110は、露光しようとする基板(ウェハ、ガラスなどの所定のパターンを形成しようとするあらゆる試料)Sを支持するステージであって、露光前に仮想のマスクVM(virtual mask)と基板Sの整列を行うとき、制御部160の指示によって移動することによって、仮想のマスクVMと基板Sの正確な整列を行う。ここで、基板Sには露光層であるレイヤLが積層されているが、このレイヤLは、露光工程を通して基板Sにパターンを形成する。

20

【0021】

光源部120は、露光のためのレーザ光を出力するもので、半導体レーザ又は紫外線ランプなどを含む。このレーザ光は、投影部130を介して移動部110に置かれた基板Sに出力される。

【0022】

投影部130は、移動部110の一側に固定設置され、仮想のマスクVMのパターンを形成するためのパターン形成光を複数のスポットビームに分離し、これら複数のスポットビームを基板Sに投影する。

30

【0023】

このような投影部130は、光源部120から出力された光を仮想のマスクVMのパターンを有する光に変調する光変調素子131と、光変調素子131で変調された光を拡大する第1のプロジェクションレンズ132と、複数のレンズがアレイ状に形成されており、第1のプロジェクションレンズ132で拡大された仮想のマスクVMパターンを有する光を複数の光に分離して集光するマルチレンズアレイ(Multi Lens Array、MLA)133と、マルチレンズアレイ133で集光された光の解像度を調整し、この集光された光を透過させる第2のプロジェクションレンズ134とを含む。

【0024】

光変調素子131は、空間光変調器(Spatial Light Modulator、SLM)を含む。光変調素子131としては、例えば、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)タイプのデジタルマイクロミラーデバイス(Digital Micro mirror Device、DMD)、2次元GLV(Grating Light Valve)、投光性セラミックであるPLZT(lead zirconate tantalate)を用いた電気光学素子、強誘電性液晶(Ferroelectric Liquid Crystal、FLC)などを用いることができ、このうちDMDを使用することが望ましい。以下、説明の便宜上、DMDからなる光変調素子131を用いて本発明を説明する。

40

【0025】

DMDは、メモリセルと、メモリセル上にL行×M列のマトリックスタイプで配列された多数のマイクロミラーとを含んで構成されたミラーデバイスである。画像データによっ

50

て生成された制御信号に基づいて各マイクロミラーの角度を異ならせ、所望の光は第1のプロジェクションレンズ132に反射させて送り、その他の光は異なる角度で送って遮断する。

【0026】

DMDからなる光変調素子131のメモリセルにデジタル信号が記録されれば、マイクロミラーが対角線を中心にして一定の角度（例えば、 12° ）の範囲で傾斜する。各マイクロミラーのオン／オフは、後述する制御部160によってそれぞれ制御される。すなわち、オン状態のマイクロミラーによって反射された光は基板S上の露光対象物（通常、PR（Photoresist））を露光させ、オフ状態のマイクロミラーによって反射された光は基板S上の露光対象物を露光させなくなる。

10

【0027】

第1のプロジェクションレンズ132は、両側テレセントリック光学系からなっており、光変調素子131を経た像を、例えば、約4倍に拡大してマルチレンズアレイ133の開口面に結像する。

【0028】

第2のプロジェクションレンズ134も、両側テレセントリック光学系からなっており、マルチレンズアレイ133の焦点面に形成された複数のスポットビームを、例えば、約1倍に基板S上に結像する。本発明の一実施例では、第1のプロジェクションレンズ132及び第2のプロジェクションレンズ134の倍率がそれぞれ4倍及び1倍である場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものでなく、第1のプロジェクションレンズ132及び第2のプロジェクションレンズ134の倍率は、所望のスポットビームの大きさ、露光するパターンの最小形状サイズによって最適の倍率組み合わせを導出することができる。

20

【0029】

マルチレンズアレイ133は、光変調素子131のマイクロミラーに対応する複数のマイクロレンズが2次元に配列されてなるものである。例えば、光変調素子131が1920個×400個のマイクロミラーからなっている場合、これに対応してマイクロレンズも1920個×400個が配置される。また、マイクロレンズの配列ピッチは、光変調素子131のマイクロミラーの配列ピッチに第1のプロジェクションレンズ132の倍率を掛けた値と実質的に同一である。

30

【0030】

そして、投影部130は、第2のプロジェクションレンズ134で透過された複数のスポットビームによって形成されたパターンを有する仮想のマスクVMを、図2に示すように生成する。

【0031】

図2は、本発明の一実施例によるマスクレス露光で仮想のマスクを生成する概念図である。図2において、仮想のマスクVMは、物理的に存在するマスクでなく、複数のスポットビームが予め格納されたパターンに対応して光変調素子131でオン／オフになり、パターンを形成して作られたものである。仮想のマスクVMは、移動部110を走査方向（Y軸方向）にスキャニングし、副走査方向（X軸方向）にステッピングし、基板Sに形成するパターニング大きさを有する。そして、仮想のマスクVM上には仮想のターゲットマークTM（virtual target mark）が存在する。仮想のターゲットマークTMは、既存のマスク露光の整列マークと同一の役割をする仮想の基準整列マークである。

40

【0032】

このように構成されたマスクレス露光装置100は、光源部120から光を出力し、光変調素子131で光源部120の出力光を仮想のマスクVMのパターンを有する光に変調する。そして、光変調素子131で変調された仮想のマスクVMのパターンを有する光を第1のプロジェクションレンズ132で拡大し、拡大された仮想のマスクVMのパターンを有する光をマルチレンズアレイ133で複数のスポットビームに分離して集光し、第2

50

のプロジェクトレンズ 134 で、マルチレンズアレイ 133 で集光された光の解像度を調整し、この集光された光を透過させることによって露光を行う。

【0033】

図 1において、整列部 140 は、投影部 130 の一側に設けられており、オーバーレイ整列を行うために各レイヤ別の整列マーク AM (align mark) の位置を計測するスコープである。各レイヤには少なくとも 2 個の整列マーク AM が存在する。

【0034】

マーク撮像部 150 は、整列部 140 の上側に設けられ、仮想のマスク VM と基板 S の正確な整列のために基板 S に彫られた整列マーク AM、すなわち、該当レイヤ [例えれば、(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する直前のレイヤ (i 番目のレイヤ) に彫られた現在の整列マークを撮像し、撮像された映像を制御部 160 に伝送する。このとき、制御部 160 の指示によって、マーク撮像部 150 を通して該当レイヤ [(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する直前のレイヤ (i 番目のレイヤ) に彫られた現在の整列マーク AM が撮像されるまで移動部 110 の移動が制御される。

10

【0035】

制御部 160 は、整列部 140 で計測された整列マーク AM の位置から機構学的関係を用いてターゲットマーク TM (オーバーレイ整列時に基準になる仮想のターゲットマーク) の位置に対する相対位置及び姿勢を計算し、該当レイヤ [(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する前に相対位置量だけ補償し、仮想のマスク VM と基板 S との間の整列を行う。

20

【0036】

すなわち、制御部 160 は、該当レイヤ [(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する直前のレイヤ (i 番目のレイヤ) に彫られた現在の整列マーク AM の位置と、オーバーレイ整列時に基準になる仮想のターゲットマーク TM (本発明の一実施例で提案した方法によって求められた整列マーク) とを比較し、該当レイヤ [(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する前にオーバーレイ整列を行う。

30

【0037】

このように、制御部 160 は、計算された仮想のターゲットマーク TM と、該当レイヤ [(i + 1) 番目のレイヤ] を露光する直前のレイヤ (i 番目のレイヤ) の整列マーク AM との間の相対距離を計算して移動部 110 の移動を制御することによって、仮想のマスク VM と基板 S の整列が正確に行われるようとする。

30

【0038】

以下、マスクレス露光でのオーバーレイのために仮想のマスク VM 上に存在する仮想のターゲットマーク TM を探して定義する方法を説明する。

【0039】

図 3 は、本発明の一実施例によるマスクレス露光でのマーク位置に対する定義を例示した第 1 の図で、図 4 は、本発明の一実施例によるマスクレス露光でのマーク位置に対する定義を例示した第 2 の図である。

40

【0040】

図 3 及び図 4において、整列マーク AM は、基板 S 上に配置された i 番目のレイヤ [例えれば、1 番目のレイヤ L1] に彫られたマークであって、物理的に存在するものである。

40

【0041】

ターゲットマーク TM は、仮想のマスク VM 上に存在する仮想の基準整列マークであって、物理的に存在しないものである。

【0042】

図 3 及び図 4において、ターゲットマーク TM を探すために定義された物理量は、下記に示す通りである。

【0043】

下記の物理量は、2 次元ベクトル量（位置ベクトル）であると見なされる。

【0044】

厳密に言えば、物理量が 3 次元ベクトル (X, Y, Z) で表されるが、Z 座標値がいず

50

れも同一になるように X Y 平面のレベリングが行われ、 Z = 常数であるので、便宜上 ‘ Z = 0 ’ と表記する。

【 0 0 4 5 】

○ は、仮想のマスク VM と基板 S との間の整列のためのオーバーレイに対するシステム座標系（以下、オーバーレイ座標系という。）であって、移動部 110 に設けられている。

【 0 0 4 6 】

○ $r_{i,j}$ は、オーバーレイ座標系（○）に対して計測された i 番目のレイヤの j 番目の整列マーク AM 位置である。

【 0 0 4 7 】

○ $r'_{i,j}$ は、基板 S の現像後、ローディングされたオーバーレイ座標系（○）に対して計測された i 番目のレイヤの j 番目の整列マーク AM 位置である。

【 0 0 4 8 】

○ t_j は、オーバーレイ座標系（○）に対して計算された仮想のマスク VM の j 番目のターゲットマーク TM 位置である。

【 0 0 4 9 】

基板 S（ウェハ又はガラス）を移動部 110 上に載せた後、この基板 S に複数のレイヤ L（L1、L2 …）を積層する場合、基板 S と仮想のマスク VM との間の整列のために仮想のマスク VM 上に存在する仮想のターゲットマーク TM を探さなければならない。

【 0 0 5 0 】

仮想のターゲットマーク TM を探すために、まず、整列部 140 を用いて各レイヤ別の整列マーク AM の位置を計測する。

【 0 0 5 1 】

整列部 140 で各レイヤ別の整列マーク AM の位置を計測すれば、下記の方法で仮想のターゲットマーク TM 位置を計算することができる。

【 0 0 5 2 】

以下、説明の便宜上、 i = 1 である場合を例に挙げ、 i 番目は 1 番目、 (i + 1) 番目は 2 番目と表現して本発明を説明する。

【 0 0 5 3 】

まず、1 番目のレイヤ L1 に対する露光、現像、エッチング及び蒸着が終了し、 PR (Photoresist; 感光液) 塗布が行われ、2 番目のレイヤ L2 を露光する直前の基板 S で 1 番目のレイヤ L1 に存在する $^o r_{1,1}$ 、 $^o r_{1,2}$ の座標値を整列部 140 を用いて下記の式(1)のように計測する（図 3 参照）。

【 0 0 5 4 】

【 数 1 】

$$o_{r_{11}} = \begin{bmatrix} X_{11} \\ Y_{11} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r 11 = X11, Y11, 0 \quad (1)$$

$$o_{r_{12}} = \begin{bmatrix} X_{12} \\ Y_{12} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r 12 = X12, Y12, 0$$

式(1)のように、1 番目のレイヤ L1 で計測された $^o r_{1,1}$ 、 $^o r_{1,2}$ の座標値を通して整列マーク AM 間の X 軸 (X○) 角度 を下記の式(2)のように計算する。

10

20

30

40

50

【0055】

$$= \arg (\overset{0}{r}_{12} - \overset{0}{r}_{11}) \quad (2)$$

上記のように、1番目のレイヤL1に対する露光、現像、エッチング、蒸着及びPR塗布などの一連の工程が終了すれば、2番目のレイヤL2を露光する。

【0056】

2番目のレイヤL2を露光した後、PRを現像し、再び移動部110上に基板Sを載せる(ローディングする)。ローディング後、 $\overset{0}{r}'_{11}$ 、 $\overset{0}{r}'_{12}$ 、 $\overset{0}{r}'_{21}$ 、 $\overset{0}{r}'_{22}$ の座標値を整列部140を用いて下記の式(3)のように計測する(図4参照)。

【0057】

【数2】

10

$$o_{r'_{11}} = \begin{bmatrix} X'_{11} \\ Y'_{11} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r11_p = X11_p, Y11_p, 0$$

$$o_{r'_{12}} = \begin{bmatrix} X'_{12} \\ Y'_{12} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r12_p = X12_p, Y12_p, 0$$

$$o_{r'_{21}} = \begin{bmatrix} X'_{21} \\ Y'_{21} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r21_p = X21_p, Y21_p, 0$$

$$o_{r'_{22}} = \begin{bmatrix} X'_{22} \\ Y'_{22} \\ 0 \end{bmatrix} = O_r22_p = X22_p, Y22_p, 0$$

20

(3)

30

式(3)のように、ローディング後、1番目のレイヤL1で計測された $\overset{0}{r}'_{11}$ 、 $\overset{0}{r}'_{12}$ を通して整列マークAM間のX軸(X_0)角度を下記の式(4)のように計算する。

【0058】

$$= \arg (\overset{0}{r}'_{12} - \overset{0}{r}'_{11}) \quad (4)$$

式(1)及び式(3)を通して計測された位置ベクトル $\overset{0}{r}_{11}$ 、 $\overset{0}{r}_{12}$ 、 $\overset{0}{r}'_{11}$ 、 $\overset{0}{r}'_{12}$ 、 $\overset{0}{r}'_{21}$ 、 $\overset{0}{r}'_{22}$ の座標値と、式(2)及び式(4)を通して計算された、の角度値を用いて仮想のマスクVMに存在するターゲットマークTMの位置 $\overset{0}{r}_{21}$ 、 $\overset{0}{r}_{22}$ の座標値を下記の式(5)のように計算する。

【0059】

40

【数3】

$$o_{r_{21}} = \begin{bmatrix} X_{11} + (X'_{21} - X'_{11})\cos(\alpha - \beta) - (Y'_{21} - Y'_{11})\sin(\alpha - \beta) \\ Y'_{11} + (X'_{21} - X'_{11})\sin(\alpha - \beta) - (Y'_{21} - Y'_{11})\cos(\alpha - \beta) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$o_{r_{22}} = \begin{bmatrix} X'_{12} + (X'_{21} - X'_{12})\cos(\alpha - \beta) - (Y'_{22} - Y'_{12})\sin(\alpha - \beta) \\ Y'_{12} + (X'_{22} - X'_{12})\sin(\alpha - \beta) - (Y'_{22} - Y'_{12})\cos(\alpha - \beta) \\ 0 \end{bmatrix}$$

10

式(5)を通して計算された ${}^0 r_{21}$ 、 ${}^0 r_{22}$ の座標値から下記の式(6)のようにターゲットマークTMの位置ベクトル ${}^0 t_1$ 、 ${}^0 t_2$ を定義する。

【0060】

$$\begin{array}{ll} {}^0 t_1 & {}^0 r_{21} \\ {}^0 t_2 & {}^0 r_{22} \end{array} \quad (6)$$

20

ターゲットマークTMの位置ベクトル ${}^0 t_1$ 、 ${}^0 t_2$ の座標値を通して任意のターゲットマークTMの位置を定義すれば、仮想のマスクVM上に存在するターゲットマークTMの位置を拡張することができる。これについて図5及び図6を参照して説明する。

【0061】

図5は、本発明の一実施例によるマスクレス露光でのターゲットマークに対する拡張を例示した図で、図6は、本発明の一実施例によるマスクレス露光で露光しようとするパターンがデザインされたCADファイルからの整列マークの公称位置座標を例示した図である。

【0062】

図5及び図6において、ターゲットマークTMの位置ベクトル ${}^0 t_1$ 、 ${}^0 t_2$ の座標値に対応するCAD上の座標値(設計値)を通して、相対距離を用いて任意のターゲットマークTM位置を下記の式(7)のように計算する。

30

【0063】

$${}^0 t_i = {}^0 t_1 + ({}^0 C A D r_i - {}^0 C A D r_1) \quad (7)$$

式(7)において、 ${}^0 t_1$ は、仮想のマスクVM上に存在する1番目のターゲットマークTMの位置ベクトルで、 ${}^0 t_i$ は、仮想のマスクVM上に存在するi番目のターゲットマークTMの位置ベクトルで、 $({}^0 C A D r_i - {}^0 C A D r_1)$ は、図5のCADファイルからのi番目の整列マークAMの公称位置座標と1番目の整列マークAMの公称位置座標との差を示したものである。

【0064】

仮想のマスクVM上に存在するターゲットマークTMの位置が計算されれば、計算されたターゲットマークTMの位置を用いて各レイヤ別L(L1、L2...)のオーバーレイのための仮想のマスクVMと基板Sとの間の整列を行う。マスクレス露光でターゲットマークTMと基板Sの整列マークAMとの相対位置を計算すれば、既存のマスク露光で行われる一般的な整列方式を用いることができる。

40

【0065】

本発明の一実施例では、最も基本的な整列方式である2ポイントグローバルアラインメントを例に挙げて説明したが、本発明は、これに限定されるものでなく、既存のマスク露光で行う2個を超える整列マークAMを通して最小二乗法を用いる整列方式などのように、マスク露光で使用する伝統的な整列方式をいずれも適用することができる。

【0066】

50

以下、これについて図7を参照して説明する。

【0067】

図7は、本発明の一実施例によるマスクレス露光でのオーバーレイのための整列方法を例示した図である。図7において、仮想のターゲットマークTMを用いたオーバーレイ整列のために定義された物理量は、下記に示す通りである。

【0068】

下記の物理量は、2次元ベクトル量（位置ベクトル）である。

【0069】

◦ r_c は、オーバーレイのための移動部110の回転中心位置であって、既に知っている値である。

10

【0070】

◦ $r_{1,1}$ は、1番目のレイヤの1番目の整列マークAM位置である。

【0071】

◦ $r_{1,2}$ は、1番目のレイヤの2番目の整列マークAM位置である。

【0072】

◦ t_1 は、仮想マスクVMの1番目のターゲットマークTMである。

20

【0073】

◦ t_2 は、仮想マスクVMの2番目のターゲットマークTMである。

【0074】

基板S（ウェハ又はガラス）を移動部110上に載せた後、この基板SにレイヤLが配置されれば、基板Sと仮想のマスクVMとの間の整列を行い、一つの基板Sに複数のレイヤL（L1、L2...）を積層することが可能である。

【0075】

上記で定義された物理量は、下記の式（8）のように表すことができる。

【0076】

【数4】

$$o_{r_c} = \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ 0 \end{bmatrix} = Xc, Yc, 0 : center of rotation$$

$$o_{r_{12}} = \begin{bmatrix} X_{11} \\ Y_{11} \\ 0 \end{bmatrix} = X11, Y11, 0$$

$$o_{r_{12}} = \begin{bmatrix} X_{12} \\ Y_{12} \\ 0 \end{bmatrix} = X12, Y12, 0 \quad (8)$$

$$o_{t_1} = \begin{bmatrix} X_{t1} \\ Y_{t1} \\ 0 \end{bmatrix} = Xt1, Yt1, 0$$

$$o_{t_2} = \begin{bmatrix} X_{t2} \\ Y_{t2} \\ 0 \end{bmatrix} = Xt2, Yt2, 0$$

10

20

30

1番目のレイヤL1に対する露光、現像、エッチング及び蒸着が終了し、PR塗布が行われ、2番目のレイヤL2を露光する直前の基板Sで1番目のレイヤL1に存在する ${}^0r_{11}$ 、 ${}^0r_{12}$ の座標値を整列部140を用いて上記の式(8)のように計測する(図3参照)。

【0077】

式(8)のように、1番目のレイヤL1で計測された ${}^0r_{11}$ 、 ${}^0r_{12}$ の座標値を通して整列マークAM間のX軸(X_o)角度 ${}_g$ を下記の式(9)のように計算することができる。

【0078】

$${}_g = \arg({}^0r_{12} - {}^0r_{11}) \quad (9)$$

40

そして、仮想のマスクVM上に存在する1番目及び2番目のターゲットマークTMの位置ベクトル 0t_1 、 0t_2 の座標値を通してターゲットマークTM間のX軸(X_o)角度 ${}_g$ を下記の式(10)のように計算することができる。

【0079】

$${}_g = \arg({}^0t_2 - {}^0t_1) \quad (10)$$

式(9)と式(10)を通して計算された ${}_g$ 、 ${}_g$ の値からオーバーレイのための移動部110の回転移送量(Z軸に対して回転する移動部の移送量)を下記の式(11)のように計算する。

【0080】

$$= {}_g - {}_g \quad (11)$$

50

次いで、オーバーレイのための移動部 110 の X Y 移送量 X、Y (X 軸、Y 軸に対して移動する移動部の移送量) を下記の式 (12) のように計算する。

【 0 0 8 1 】

【 数 5 】

$$\begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \Delta X \\ \Delta Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \arg(o_{t_2} - o_{t_1}) - \arg(o_{r_{12}} - o_{r_{11}}) \\ -X_{11}\cos\Delta\theta - X_c(1 - \cos\Delta\theta) + (Y_{11} - Y_c)\sin\Delta\theta + X_{t1} \\ -Y_{11}\cos\Delta\theta - Y_c(1 - \cos\Delta\theta) + (X_c - X_{11})\sin\Delta\theta + Y_{t1} \end{bmatrix} \quad (12)$$

10

式 (12) を通して計算されたオーバーレイのための移動部 110 の移送量 X、Y を用いて、制御部 160 は、基板 S に彫られた整列マーク AM と仮想のマスク VM 上に存在するターゲットマーク TM が整列されるまで移動部 110 の駆動を制御する。

【 0 0 8 2 】

このように、制御部 160 は、移動部 110 の駆動を制御して基板 S と仮想のマスク VM との間の整列を行うことによって、一つの基板 S に複数のレイヤ L (L 1、L 2 …) を積層することが可能になる。

【 0 0 8 3 】

一方、本発明のターゲットマーク TM を探す一実施例では、基板 S に積層されるレイヤ L の PR 現像後、再び移動部 110 上に基板 S をローディングしてターゲットマーク TM の位置を探す方法について説明したが、本発明は、これに限定されず、ポラロイドの原理を適用することができる。ポラロイドの原理を適用し、基板 S に露光によって直ぐ識別される物質が塗布されている場合、現像を行う必要がなくなるので、本発明の一実施例のようにローディング後に整列マーク AM の位置を計測する過程を省略できるようになる。

20

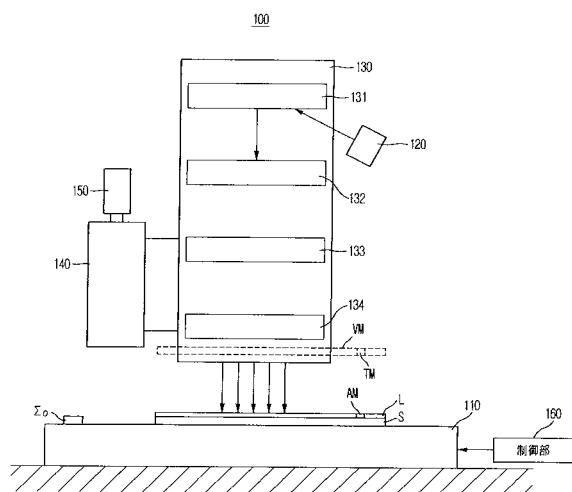
【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

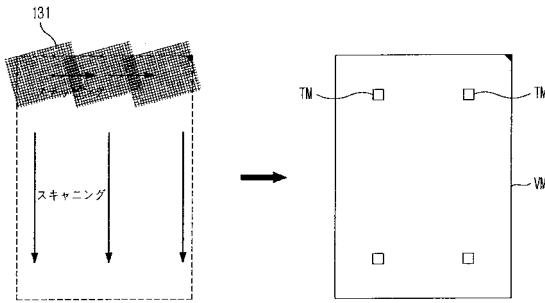
- | | | |
|-------|------------------|--|
| 1 0 0 | マスクレス露光装置 | |
| 1 1 0 | 移動部 | |
| 1 2 0 | 光源部 | |
| 1 3 0 | 投影部 | |
| 1 3 1 | 光変調素子 | |
| 1 3 2 | 第 1 のプロジェクションレンズ | |
| 1 3 3 | マルチレンズアレイ | |
| 1 3 4 | 第 2 のプロジェクションレンズ | |
| 1 4 0 | 整列部 | |
| 1 5 0 | マーク撮像部 | |
| 1 6 0 | 制御部 | |

30

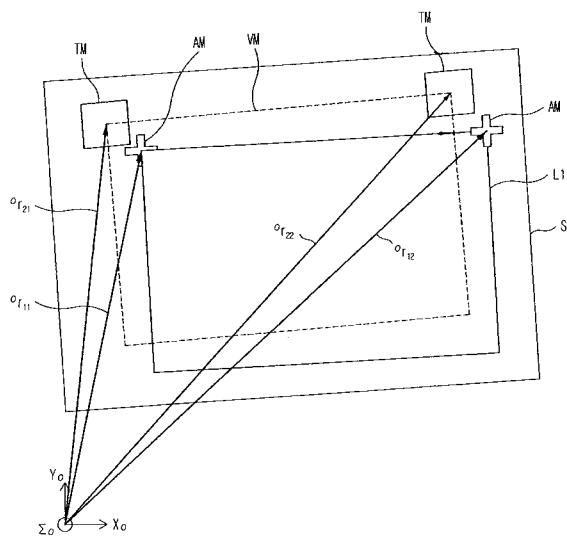
【図1】



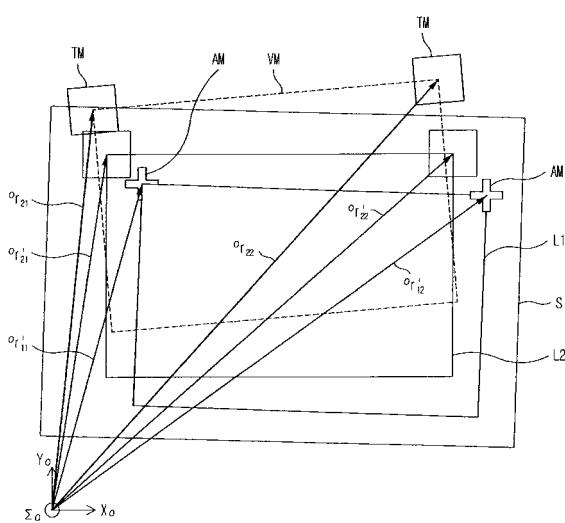
【図2】



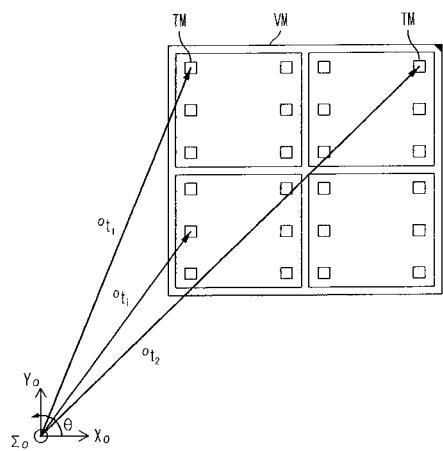
【図3】



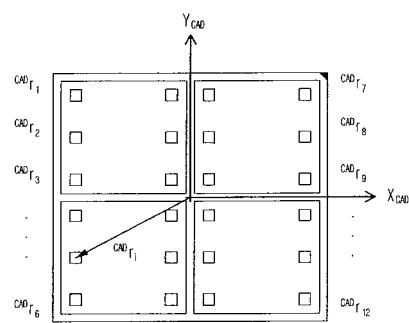
【図4】



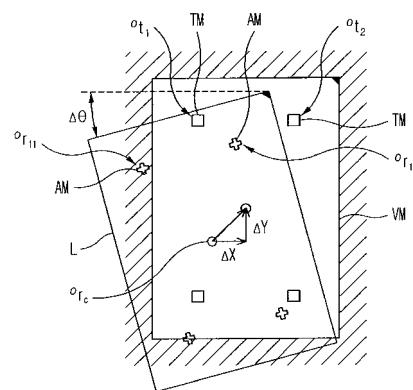
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 安 成 敏

大韓民国ソウル市陽川区沐3洞 モクドン - ロッテキャッスル - ウィナーアパート 105-16
05号(番地なし)

(72)発明者 崔 ほ 碩

大韓民国京畿道水原市八達区仁溪洞 インゲ - ネミアン - ノーブルクラス 206-402号(番
地なし)

(72)発明者 張 尚 敦

大韓民国京畿道水原市靈通区靈通2洞 ビヨックジョックゴル - ナインスアパート 903-40
4号(番地なし)

F ターム(参考) 2H097 AA03 AB05 CA17 GB04 JA02 KA03 KA13 KA20 KA22 KA26

KA29 LA11

5F046 BA06 BA07 CA03 CB12 CB18 CB25 EA02 EA30 EB01 ED01

FA04 FA10 FC04 FC06