

(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2013-149928

(P2013-149928A)

(43) 公開日 平成25年8月1日(2013.8.1)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30	541K	2FO65
H01J 37/20 (2006.01)	H01L 21/30	541D	5COO1
H01J 37/305 (2006.01)	H01J 37/20	A	5CO34
H01L 21/68 (2006.01)	H01J 37/305	B	5FO31
G01B 11/00 (2006.01)	H01L 21/68	F	5FO56

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-11558 (P2012-11558)	(71) 出願人	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24年1月23日 (2012.1.23)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳

(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

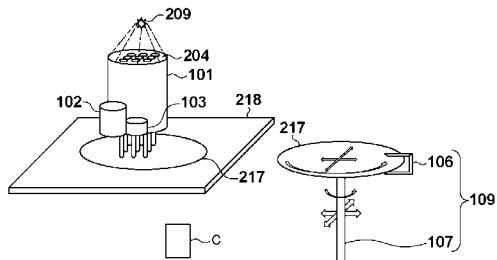
(54) 【発明の名称】 リソグラフィー装置および物品を製造する方法

(57) 【要約】

【課題】 CoOと要求精度との両立に有利なリソグラフィー装置を提供する。

【解決手段】 リソグラフィー装置は、基板を回転させる回転機構と、第1計測部と、第2計測部と、制御部とを備える。前記第1計測部は、前記基板に形成されたアライメントマークの第1方向における位置を第1精度で計測する。前記第2計測部は、前記基板に形成されたアライメントマークの第2方向における位置を前記第1精度より高い第2精度で計測する。前記制御部は、前記第1方向および前記第2方向においてそれぞれ要求される重ね合わせ精度が異なる前記基板を、前記重ね合わせ精度が高い前記基板の方向が前記第2方向に合うように前記回転機構を制御する。

【選択図】 図1A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リソグラフィー装置であって、
基板を回転させる回転機構と、
前記基板に形成されたアライメントマークの第1方向における位置を第1精度で計測する第1計測部と、
前記基板に形成されたアライメントマークの第2方向における位置を前記第1精度より高い第2精度で計測する第2計測部と、
前記第1方向および前記第2方向においてそれぞれ要求される重ね合わせ精度が異なる前記基板を、前記重ね合わせ精度が高い前記基板の方向が前記第2方向に合うように前記回転機構を制御する制御部と、
を備えることを特徴とするリソグラフィー装置。

【請求項 2】

前記基板を保持する基板ステージを備え、
前記回転機構は、前記基板ステージの上に前記基板を置く前に前記基板を回転させる、
ことを特徴とする請求項1に記載のリソグラフィー装置。

【請求項 3】

前記基板を保持する基板ステージを備え、
前記回転機構は、前記基板ステージを回転させる、ことを特徴とする請求項1に記載のリソグラフィー装置。

【請求項 4】

前記リソグラフィー装置は、荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であり、
前記制御部は、前記回転機構による前記基板の回転に整合するよう、前記描画に用いるデータを変更する、ことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のリソグラフィー装置。

【請求項 5】

前記リソグラフィー装置は、マスクに形成されたパターンを前記基板に投影して当該基板を露光する露光装置であり、

前記制御部は、前記回転機構による前記基板の回転に整合するよう、前記マスクを回転させる、ことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のリソグラフィー装置。

【請求項 6】

物品を製造する方法であって、
請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のリソグラフィー装置を用いて基板にパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された前記基板を加工する工程と、
を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、リソグラフィー装置および物品を製造する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

L S I 製造の中にカッティングリソグラフィーまたは 1 D リソグラフィーと呼ばれる工程がある。このカッティングリソグラフィーは、既にウエハ上に作成されているラインアンドスペースのパターンに対して、所望のライン長になる様にラインをカットしたり、不要なラインを削除したりする工程である。カッティングリソグラフィーの工程で要求されるウエハアライメント精度は、3 nm で 8 nm 以下の精度が求められている。しかし、このウエハアライメント精度が必要なのは、ライン長を決める方向だけで、ライン長を決める方向に垂直な方向に関しては、隣接するラインにかかる程度の精度で十分である。例

10

20

30

40

50

えば、50 nmのラインアンドスペースの場合、±20 nmのバラツキまで許容可能である。

【0003】

このリソグラフィー工程に限らず露光装置、電子線描画装置等のリソグラフィー装置に関する、特に高いCOO(Cost of Ownership: 所有コスト)が要求されている。しかし、現状では、アライメント精度の要求が厳しいためにクリティカルな工程で使用する高価で高精度なアライメント性能を有しているリソグラフィー装置を使用せざるをえない。そこで、従来のリソグラフィー装置では、ウエハアライメント性能に関してX方向およびY方向で共に同じ性能を保証している。従って、仮に、ライン長を決める方向が変更になっても従来のリソグラフィー装置はその変更に対応可能である。

10

【0004】

特許文献1には、隣接して配置されたX方向計測用のファインアライメントマークとY方向計測用のファインアライメントマークとを、1つの検出光学系の同一視野にて検出することで、計測時間を短縮化したアライメント光学系が紹介されている。また、特許文献2では、露光する基板をステージへ搭載する前に基板の向きを露光する方向に合せて基板の向きを合せた後で、アライメントピンにて位置決めを行う方法が提案されている。以上のように、ウエハアライメント時間を短縮したり、描画する方向に基板の方向を合せたりする技術は提案されている。しかし、要求されるアライメント精度の方向差に考慮してアライメント性能とCOOとの両立を図った装置技術は、これまで実現されていない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-54737号公報

【特許文献2】特開平4-199810号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

光や電子線を使って所望の回路パターンを基板上に露光または描画するリソグラフィー装置の種々の性能の中で、近年、COOが重要視される様になってきた。COOの性能を良くする具体的な方法は、装置価格の低減や、単位時間当たりのウエハを処理する枚数の向上、消費電力やユーティリティーの使用量の削減、機能・付加価値等の追加など多岐に渡っており、ウエハのアライメント計測に関しても例外ではない。

30

【0007】

ウエハアライメント計測を行う工程では、X方向、Y方向のそれぞれの方向に対して、ウエハアライメント計測に対する計測要求精度が設定されている。その計測要求精度は、X方向とY方向に同じ要求精度が設定される場合もあるし、X方向とY方向で差がつけられている場合もある。例えば、X方向に対する計測要求精度がY方向に比べて厳しいとき、従来技術の様に両方向のウエハアライメント計測に対して同じ計測処理を行うと、要求精度が厳しい方向に対して仕様を満たせない場合があり、歩留まりの低下に繋がる。また、要求精度が厳しい方向の計測条件に合わせて要求精度が緩い方向の計測を行うと、要求精度が緩い方向に関して計測回数等の計測条件がオーバースペックとなり、無駄な計測時間がウエハアライメントシーケンスの工程として費やされる。その結果、スループットが低下してCOOを低下させる。

40

【0008】

そこで本発明は、COOと要求精度との両立に有利なリソグラフィー装置を提供することを例示的的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、リソグラフィー装置であって、基板を回転させる回転機構と、前記基板に形成されたアライメントマークの第1方向における位置を第1精度で計測する第1計測部と

50

、前記基板に形成されたアライメントマークの第2方向における位置を前記第1精度より高い第2精度で計測する第2計測部と、前記第1方向および前記第2方向においてそれぞれ要求される重ね合わせ精度が異なる前記基板を、前記重ね合わせ精度が高い前記基板の方向が前記第2方向に合うように前記回転機構を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例えば、Cooと要求精度との両立に有利なリソグラフィー装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】電子線描画装置の構成を示した図。

【図1B】ウエハアライメント計測系の拡大図。

【図2】電子線描画装置の構成を示す概略図。

【図3】電子線描画装置のウエハアライメント計測のフローチャート。

【図4】従来のリソグラフィー装置の構成を示した図。

【図5】マスクを用いる露光装置のシステム構成を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0013】

[実施例1]

図2は、リソグラフィー装置として電子線を用いて基板にパターンを描画する描画装置を使用する実施例1を示す概略図である。描画装置として電子線に替えてイオンビーム等他の荷電粒子線を用いて基板にパターンを描画する描画装置も使用することができる。電子銃201から放射された電子線202は、コンデンサレンズ203によって複数の略平行の電子線206とされる。コンデンサレンズ203により略平行とされた電子線206は、アパーチャーアレイ204により分離され、フォーカス制御回路220に駆動されるレンズアレイ205により、プランギング絞り208の近傍に電子銃のクロスオーバの中間像209を結ぶ。これらの中間像209の位置は、レンズアレイ205の個々の強度を変えることにより光軸方向の位置を変えることができる。また、プランギングアレイ207に電圧を印加することにより中間像209は光軸と垂直方向に移動し、プランギング絞り208によって遮断され、個々の分離された電子線206についてオンオフの制御が可能となる。

【0014】

プランギング絞り208の近傍に形成された中間像209を第1静電レンズ(又は電磁レンズ)210、第2静電レンズ(又は電磁レンズ)214からなる電子光学系によりウエハステージ(基板ステージ)218上のウエハ217に投影する。電子光学系は、第1静電レンズ210の後焦点位置と第2静電レンズ214の前焦点位置を共有するようレンズ制御回路222によって駆動される。このとき、各中間像209を構成する複数の電子線206は、主偏向器213および副偏向器215により一括して偏向され、位置決めされる。例えば、主偏向器213は偏向幅を広く、副偏向器215は偏向幅を狭く用いる。そして、CPU226に蓄えられたパターンデータに基づく照射量制御回路221により電子線206のオンオフと、偏向制御回路223により駆動される主偏向器213および副偏向器215の偏向動作を同期させることにより描画が行われる。

【0015】

図1Aを用いて実施例1に係る描画装置のシステム構成を説明する。電子銃201が形成するクロスオーバ像を光源として電子光学系(投影系)101へ電子線が照射され、アパーチャーアレイ204にて複数本の電子線206が形成される。それ以降の電子線206に対する処理は既に述べた通りである。

10

20

30

40

50

【0016】

実施例1では、電子線をウエハ217へ照射する電子光学系101の他に、ウエハ(基板)217上に作成されているウエハアライメントマークを計測するための計測系が用意されている。また、描画装置において第1方向およびそれに直交する第2方向が定義されている。ウエハアライメント計測系は、ウエハアライメント計測系(第1計測部)103とウエハアライメント計測系(第2計測部)102とを含む。ウエハアライメント計測系103は、ウエハ217に形成されたアライメントマーク131の第1方向における位置を第1精度(低精度)で計測する。低精度のウエハアライメント計測系103は、高精度のウエハアライメント計測系102よりも計測精度が1桁程度低く、 $30 \sim 50 \text{ nm}/\sqrt{3}$ 程度の計測再現性を有する。本実施例1では、ウエハアライメント計測系103は、アライメントマーク131の第2方向における位置をも第1精度(低精度)で計測する。ウエハアライメント計測系102は、ウエハ217に形成されたアライメントマーク130の第2方向における位置を第1精度よりも高い第2精度で計測する。高精度のウエハアライメント計測系102は、計測再現性で $8 \text{ nm}/\sqrt{3}$ 以下の精度を有する。

10

【0017】

高精度のウエハアライメント計測系102と低精度のウエハアライメント計測系103とを別個に備えるウエハアライメント計測系とする必要はない。例えば、1つのウエハアライメント計測系が計測倍率を切り換える機構を備えることで高精度および低精度のウエハアライメント計測を実現しても良い。高精度のウエハアライメント計測系102と低精度のウエハアライメント計測系103との役割は、概ね、以下の様に分かれている。

20

【0018】

計測可能範囲は広いが低精度のウエハアライメント計測系103で初めに計測を行ってウエハ217の大まかなずれ量を求めておく。ウエハ217の大まかなずれ量を求めておくことで、計測可能な範囲は狭いが高精度のウエハアライメント計測系102で次に計測するときに確実にウエハアライメント計測系102の計測範囲内にアライメントマーク130が入るようにする。

30

【0019】

図1Bの(a)と(b)はそれぞれ、高精度のウエハアライメント計測系102と低精度のウエハアライメント計測系103の構成の一例を表している。高精度のウエハアライメント計測系102の光源120aは、例えば、白色光を射出するハロゲンランプでも良いし、レジストの感度の無い波長の単色光を射出するHeNeレーザでも良い。白色光の光源を使用する場合は、ウエハ217上のアライメントマーク130を計測する時にウエハ217の表面に塗布してあるレジストと反応する波長を含んでいるので、不図示の光波長フィルタにて光の波長の制限を行う。

30

【0020】

光源120aから射出された光はハーフミラー121aを通って対物レンズ122aからウエハ217上のアライメントマーク130を照明する。照明された光はウエハ217で反射し、反射光が対物レンズ122を通ってハーフミラー121にて今度は光路を90度曲げられて高分解能のセンサー140上にて像を結ぶように不図示の光学系が配置されている。因みに、従来のリソグラフィー装置では、アライメント計測は、第1方向(例えばX方向)と第2方向(例えばY方向)との両方について行うことから、図4に示すようなアライメント計測系の構成になっている。ウエハ217に対してパターンを高精度で重ね合わせて描画するためのずれ量を求めるため、XとYの両方向の計測が必要である。そのため、従来の高精度のウエハアライメント計測系102cは、それぞれの計測方向に対して、光源120cと光学系と2つのアライメントマーク130を個々に計測するための2つのセンサー140c、140c'が必要になっていた。光学系は、ハーフミラー121c、対物レンズ122c、ハーフミラー121c'、反射ミラー123cを含む。

40

【0021】

図1Bの(b)に示される低精度のウエハアライメント計測系103の基本的な構成は、高精度のウエハアライメント計測系102と同様である。しかし、ウエハアライメント

50

計測系 103 は、光学的な倍率が低く、また、ウエハアライメント計測系 102 が計測するアライメントマーク 130 とは異なるアライメントマーク 131 を計測する。さらには、ウエハアライメント計測系 103 は、アライメントマーク 131 を計測するのに分解能が低いセンサー 141 を使っている。また、ウエハアライメント計測系 103 は、X, Y の両方向のアライメントマーク 131 を一度に計測できるように 2 次元のセンサー 141 を使っている。

【0022】

実施例 1 の描画装置では、ウエハ 217 をその表面に直交する軸の周りで回転可能で、ステージ制御回路 225 の指令により、ウエハステージ 218 へウエハ 217 を搭載するときにウエハ 217 の向きを合せる回転機構 109 も構成されている。実施例 1 では、回転機構 109 は、ウエハ 217 をウエハステージ 218 に搭載する前にウエハ 217 をプリアライメントするプリアライメント機構である。回転機構 109 は、図 1A に示されるように、ウエハ 217 を搭載して回転駆動と X, Y 方向へのシフト駆動が可能なウエハ駆動部 107 とウエハ 217 の回転方向と XY 方向の位置とを検出するウエハ検出部 106 とを有している。

10

【0023】

ウエハ 217 の方向を合せる機構の動作を簡単に説明する。まず、ウエハ 217 をウエハ駆動部 107 へ搭載する。ウエハ駆動部 107 は、ウエハ 217 を回転させながらウエハ検出部 106 でウエハ 217 のノッチを検出する。ウエハ検出部 106 は、ウエハ駆動部 107 によりウエハ 217 を回転させかつシフトすることでノッチを正確に検出してウエハ 217 の位置を求める。なお、ウエハ検出部 106 が検出するものは、必ずしもウエハ 217 のノッチである必要は無く、例えば、ウエハ 217 上の任意のマークであっても良い。ウエハ駆動部 107 は、ウエハ 217 のノッチ検出位置を基準にして、任意の回転角度にウエハ 217 を回転する機能も搭載している。

20

【0024】

このような描画装置におけるウエハアライメント処理の流れを、図 3 のフローチャートを使って説明する。まず初めに、S10 で、ウエハ 217 が描画装置の外部から描画装置に搬送されてくる。描画装置に搬送されるときにはウエハ 217 には既にパターンを露光するために必要なレジストが塗布されている。また、ウエハ 217 には、既に下地の回路パターンとアライメントマークも形成されている。

30

【0025】

次に、S11 で、描画装置内に搬送されたウエハ 217 は、図 1A にて説明したように、初めにウエハ 217 をウエハステージ 218 へ搭載する方向を決めるために、ウエハ駆動部 107 によって、ウエハ 217 の向きと XY 方向の位置が調整される。このとき、ウエハ 217 を高精度でアライメントさせたい方向が、高精度のウエハアライメント計測系 102 の計測方向と同じになるように、ウエハ 217 の向きがあわされる。

40

【0026】

従って、ウエハ検出部 106 によりウエハ 217 のノッチを検出してウエハ 217 の向きが高精度のウエハアライメント計測系 102 の計測方向と合っていれば、S13 で、制御部 C は、そのままの向きでウエハ 217 をウエハステージ 218 の上に置く。もし、違っていた場合、S12 にて、制御部 C は、ノッチを検出した位置を基準に、ウエハアライメント計測系 102 の計測方向に合うようにウエハ 217 を回転してから、S13 で、ウエハステージ 218 の上にウエハ 217 を置く。

50

【0027】

ウエハステージ 218 に置かれて保持されたウエハ 217 に対して、まず初めに、S14 で、低精度のウエハアライメント計測系 103 によりアライメントマーク 131 を用いて XY 両方向のウエハアライメント計測を行う。S14 で計測したウエハアライメント計測値を使って制御部 C はウエハ 217 の位置合わせを行う。これにより、高精度のウエハアライメント計測系 102 の計測範囲内に確実にアライメントマーク 130 が入るようになる。

50

【0028】

S15で、高精度のウエハアライメント計測系102により、アライメントマーク130を用いて高精度のウエハアライメント計測を行う。S16で、制御部Cは、ウエハ217のX方向の位置を高精度のウエハアライメント計測値で補正し、Y方向の位置を低精度のウエハアライメント計測値で補正する。本実施例1では、X方向の位置を高精度で調整する方向としているが、Y方向を高精度で調整する方向としてもよい。

【0029】

最後に、S17で、制御部Cは、位置合わせが行われたウエハ217上のパターンに対して描画パターンを重ね合せる。このとき、ウエハ217の回転方向に整合するように、描画するパターンも回転する必要がある。描画パターンは、制御部Cにより、ウエハ217の回転方向に整合するように回転処理されてから、S17で電子線を用いてパターンの描画が行なわれる。本実施例1では、回転機構109をプリアライメント機構として構成したが、回転機構109はウエハステージ218を回転する回転機構であってもよい。

10

【0030】

[実施例2]

図5を用いて、リソグラフィー装置としてマスクに形成されたパターンを基板に投影して基板を露光する露光装置を使用する本発明の実施例2の説明を行う。図5は実施例2の露光装置のシステム構成を表した図である。基本的なシステム構成は実施例1で説明したシステム構成と同じである。ウエハステージ218にウエハ217を搭載し、ウエハ217上のアライメントマークを低精度のウエハアライメント計測系103によりXY両方向の計測を行い、高精度のウエハアライメント計測系102により一方向のアライメント計測だけを実施する。ウエハアライメント計測系103とウエハアライメント計測系102とによるアライメントデータを使ってウエハ217の位置合わせを行う。

20

【0031】

ウエハ駆動部107によりウエハ217を駆動してウエハのノッチを検出するウエハ検出部106によりウエハの位置を検出する。本実施例2では、パターンをウエハ217上に投影する投影系101は、光を投影する投影光学系である。マスク（原版、レチクルともいう）10上にはウエハ217に投影するパターンが形成されている。マスク10のパターンは、投影系101を介してウエハ217上に投影され、ウエハにパターンが転写される。

30

【0032】

図3のS12で、基板上で高精度のウエハアライメントが要求され方向と高精度のウエハアライメント計測系102の計測方向とが一致するように、ウエハ検出部106とウエハ駆動部107とはウエハ217の向きを調整する。マスク駆動部108は、調整されたウエハ217の向きと整合するように、S12でマスク10の向きを回転させてからS13でマスク10をマスクステージに搭載する。このようにウエハ217とマスク10との向きを調整した後、実施例1と同様のウエハアライメント計測処理を行って、ウエハ217上のパターンとマスク10上のパターンの重ね合わせを行い、露光を行う。

【0033】

[物品の製造方法]

本発明の好適な実施形態の物品の製造方法は、例えば、半導体デバイスや原版（例えば、レチクルまたはマスクとも呼ばれる）などの物品の製造に好適である。該製造方法は、感光剤が塗布された基板に上記のリソグラフィー装置を用いてパターンを形成する工程と、前記工程で前記パターンを形成された基板を加工（例えば、現像）する工程とを含みうる。さらに、デバイスを製造する場合において、該製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッティング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含みうる。

40

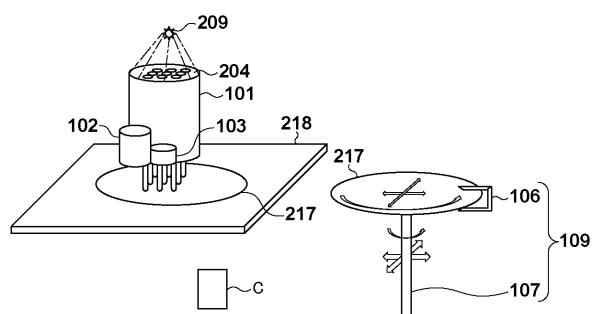
【0034】

以上、本発明の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または変更が可能である。例えば、以下のような変形ま

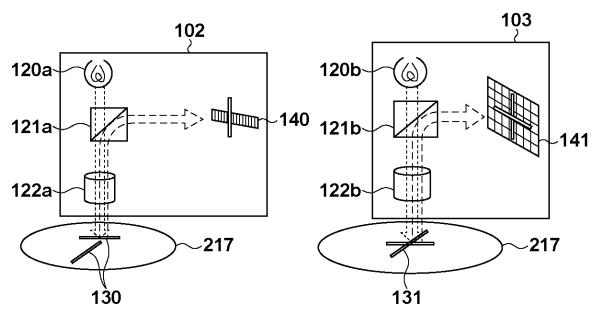
50

たは変更が可能である。リソグラフィー装置は、以上に例示したものには限定されない。例えば、基板上のインプリント剤（例えば樹脂）を型で成形して当該基板上にパターンを形成する（基板にパターンを転写する）インプリント装置であってもよい。なお、インプリント装置を用いた物品の製造方法では、上述の加工工程は、残膜（residual layer）を除去する工程または他の周知の加工工程としうる。

【図1A】



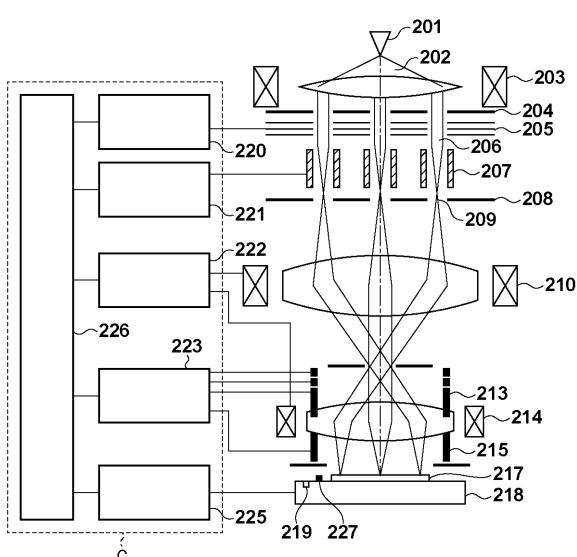
【図1B】



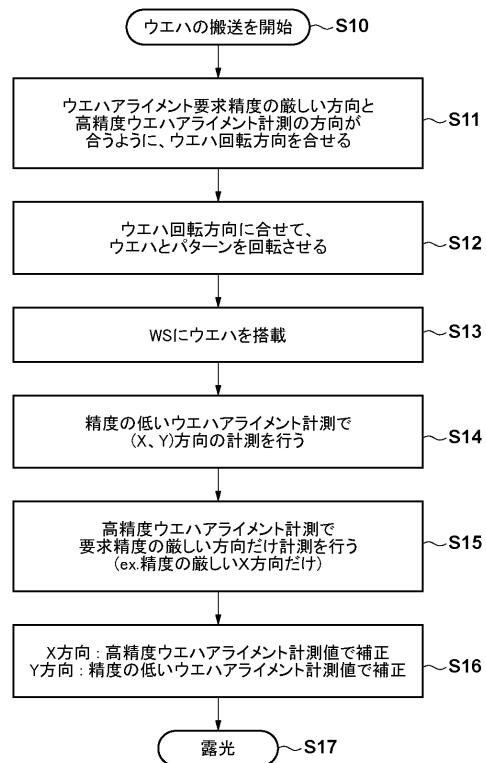
(a)

(b)

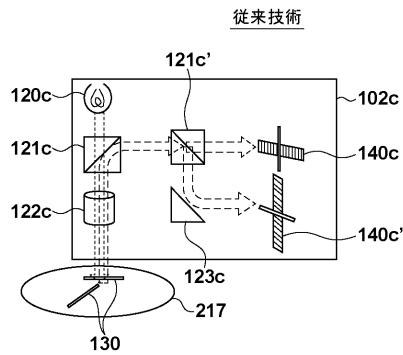
【図2】



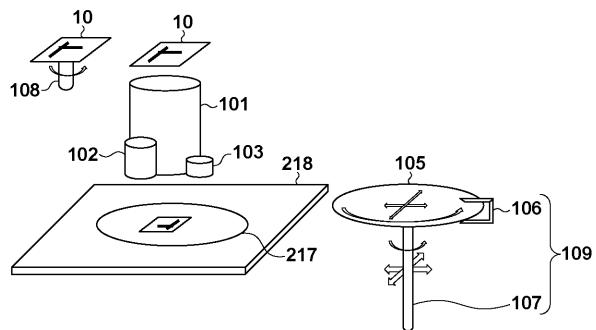
【図3】



【図4】



【図5】



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 H
H 0 1 L 21/30 5 2 0 A

5 F 1 4 6

(72)発明者 小川 茂樹

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

(72)発明者 千徳 孝一

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

(72)発明者 稲 秀樹

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

F ターム(参考) 2F065 AA02 AA03 AA07 AA20 BB02 BB03 BB28 CC19 DD03 DD06
FF04 GG02 GG04 GG22 GG24 JJ03 JJ26 LL00 LL10 LL22
LL46 MM03 MM04 PP12 TT02
5C001 AA06 CC06
5C034 BB06 BB07
5F031 CA02 CA11 HA53 HA57 HA59 JA04 JA06 JA07 JA14 JA17
JA35 JA38 KA06 KA08 KA11 KA12 KA14 KA18 MA27
5F056 CA15 CB25 CC07 EA14
5F146 EB01 FC10