

(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2008-209664
(P2008-209664A)

(43) 公開日 平成20年9月11日(2008.9.11)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
GO3F	1/08	(2006.01)	GO3F	1/08	S	2F065
GO2B	27/18	(2006.01)	GO2B	27/18	Z	2G051
GO1B	11/24	(2006.01)	GO1B	11/24	F	2H095
GO1N	21/956	(2006.01)	GO1N	21/956	A	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-46341 (P2007-46341)
(22) 出願日 平成19年2月27日 (2007.2.27)

(71) 出願人 305008983
アドバンスド・マスク・インスペクション
・テクノロジー株式会社
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
(74) 代理人 100088487
弁理士 松山 允之
(74) 代理人 100119035
弁理士 池上 徹真
(72) 発明者 小川 力
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 ア
ドバンスド・マスク・インスペクション・
テクノロジー株式会社内

最終頁に続く

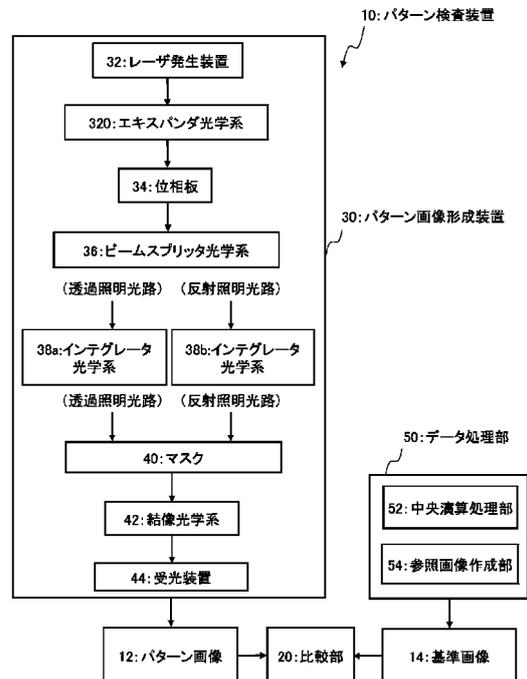
(54) 【発明の名称】 パターン検査装置

(57) 【要約】

【課題】空間コヒーレンシーの高い光源を用いたケーラ
ー照明系を実現する上で好適な光学構成を提供すること
。

【解決手段】マスクのパターンを検査するパターン検査
装置において、レーザ光を発生するレーザ発生装置と、
パターンを有するマスクと、レーザ発生装置とマスクの
間の光路に配置され、レーザ光を拡大して平行光束の光
路を形成するエキスパンダ光学系と、平行光束の光路に
配置され、光路を2つの光路に分けるビームスプリッタ
光学系と、一方の光路に配置され、マスクに透過光を照
射する透過照明光学系と、他方の光路に配置され、マス
クに反射光を照射する反射照明光学系と、マスクのパ
ターン画像を受光する受光装置と、受光装置で受光したパ
ターン画像と基準画像とを比較する比較部と、備える、
パターン検査装置。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マスクのパターンを検査するパターン検査装置において、
レーザ光を発生するレーザ発生装置と、
パターンを有するマスクと、
レーザ発生装置とマスクの間の光路に配置され、レーザ光を拡大して平行光束の光路を形成するエキスパンダ光学系と、
平行光束の光路に配置され、光路を2つの光路に分けるビームスプリッタ光学系と、
一方の光路に配置され、マスクに透過光を照射する透過照明光学系と、
他方の光路に配置され、マスクに反射光を照射する反射照明光学系と、
マスクのパターン画像を受光する受光装置と、
受光装置で受光したパターン画像と基準画像とを比較する比較部と、
を備える、パターン検査装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のパターン検査装置において、
エキスパンダ光学系とビームスプリッタ光学系の間の光路に配置された位相板と、を備える、パターン検査装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のパターン検査装置において、
透過照明光学系と反射照明光学系は、それぞれ、インテグレート光学系を備える、パターン検査装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マスクのパターンを検査するパターン検査装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、パターン検査装置において、マスクパターンの微細化に対応して、光源としてレーザ光が使用されている。レーザ光は干渉性が高く、干渉縞が発生し、微細化の障害となっている。そこで、干渉縞低減のために、照明光学系に波長以下の段差が無数に掘り込まれた位相板を設置し、これをモータ等で回転させる光学系が既に提案されている（特許文献1）。近年、レーザ光源を用いたケーラー照明系を実現する上で好適な光学構成が求められている。

30

【特許文献 1】特開昭 63 - 173322

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

本発明は、空間コヒーレンシーの高い光源を用いたケーラー照明系を実現する上で好適な光学構成を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0004】

本発明は、マスクのパターンを検査するパターン検査装置において、レーザ光を発生するレーザ発生装置と、パターンを有するマスクと、レーザ発生装置とマスクの間の光路に配置され、レーザ光を拡大して平行光束の光路を形成するエキスパンダ光学系と、平行光束の光路に配置され、光路を2つの光路に分けるビームスプリッタ光学系と、一方の光路に配置され、マスクに透過光を照射する透過照明光学系と、他方の光路に配置され、マスクに反射光を照射する反射照明光学系と、マスクのパターン画像を受光する受光装置と、受光装置で受光したパターン画像と基準画像とを比較する比較部と、備える、パターン検査装置にある。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 5 】

本発明は、回転位相板と透過反射分離ビームスプリッタの配置の最適化が可能となり、空間コヒーレンシーの高い光源を用いたケーラー照明系を実現する上で好適な光学構成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 】

【 0 0 0 6 】

以下、本発明の実施形態のパターン検査装置について説明する。

【 0 0 0 7 】

(パターン検査装置)

図 1 は、パターン検査装置 1 0 のブロック構成を示している。パターン検査装置 1 0 は、マスク 4 0 に描かれたパターンの欠陥を検査するものであり、マスク 4 0 に描かれたパターンのパターン画像 1 2 を求めるパターン画像形成装置 3 0 と、このパターン画像 1 2 とマスク 4 0 のパターンの基準となる基準画像 1 4 とを比較して、パターンの欠陥を検出する比較部 2 0 を備えている。この基準画像 1 4 は、マスク 4 0 のパターンを作製するための C A D などの設計データから求めた参照画像、又は、パターン画像形成装置 3 0 で求めた基準となるパターン画像がある。

10

【 0 0 0 8 】

(パターン画像形成装置)

パターン画像形成装置 3 0 は、レーザ光源などのレーザ発生装置 3 2、エキスパンダ光学系 3 2 0、位相板 3 4、ビームスプリッタ光学系 3 6、インテグレート光学系 3 8 a、3 8 b、マスク 4 0、結像光学系 4 2、受光装置 4 4などを備えている。

20

【 0 0 0 9 】

エキスパンダ光学系 3 2 0 は、レーザ発生装置 3 2 から発生したレーザ光を拡大して平行光束の光路を形成するもので、エキスパンダレンズなどが使用される。

【 0 0 1 0 】

位相板 3 4 は、均一照明を実現するものであり、例えば、円板の表面全体に深さの異なる小さなピットが彫られている。ピットは、透過する光の位相をずらせるようにガラスや石英など透明板に掘り込まれている。

【 0 0 1 1 】

ビームスプリッタ光学系 3 6 は、光路を複数の光路に分けるものであり、例えば、ーフミラーを入射する光路の光軸に対して斜めに配置して、透過する光路と反射する 2 つの光路に分ける。2 つの光路は、マスク 4 0 に透過光を照射する透過照明光路とマスク 4 0 に反射光を照射する反射照明光路がある。

30

【 0 0 1 2 】

インテグレート光学系 3 8 は、集光した光を効率よくマスク 4 0 へ導くとともに、マスク面での光の均一性を得るためのもので、オプティカルインテグレートなどが使用される。インテグレート光学系 3 8 は、例えば、複眼レンズ構造をした石英レンズ集合体があり、マスク面に照射された各々の光は、マスク面上で積分されるため、照度の分布は均一となる。

【 0 0 1 3 】

マスク 4 0 は、レチクルやフォトマスクなど、検査すべきパターンを有し、テーブル 4 0 0 に載置され、X Y の 3 次元方向に位置制御される。結像光学系 4 2 は、マスク 4 0 のパターンを受光装置 4 4 に結像するものであり、結像レンズなどが使用される。受光装置 4 4 は、C C D やフォトダイオードアレイなどパターン画像を電気信号に変換するものである。

40

【 0 0 1 4 】

図 2 は、パターン画像形成装置 3 0 の具体的な構成(パターン投影装置)を示している。レーザ発生装置 3 2 から発したレーザ光は、エキスパンダ光学系 3 2 0 で拡大され、平行光束となる。その後、レーザ光は、位相板 3 4 によって空間コヒーレンシーが低減される。

50

【0015】

位相板34は、レーザ光の平行光束部(320、38aの光学系)に設置することにより前後の空間を確保でき、モータ340によって回転による振動・空気揺らぎ等、周辺の光学素子に及ぼす影響を最小限に抑えることができる。また、位相板34をエキスパンダ光学系320でレーザ光を広げた後に設置することにより、回転位相板34の微細構造がレーザ光のビーム径に対して相対的に小さくでき、かき乱し効果が向上する。

【0016】

位相板34を通過した光は、ビームスプリッタ光学系36で透過照明光路(36、38a、322、324の光学系)と反射照明光路(36、326、38b、330、328の光学系)に分岐される。ビームスプリッタ36を平行光束部(320、38aの光学系)に設置することにより、透過照明光路(36、38a、322、324の光学系)と反射照明光路(36、326、38b、330、328の光学系)の配置を任意にできる。

10

【0017】

透過照明光路には、インテグレート光学系38a、ミラー322、コンデンサレンズ324などの透過照明光学系が配置される。透過照明光学系は、マスク40に透過光を照射するものである。反射照明光路には、ミラー326、インテグレート光学系38b、ハーフミラー330、対物レンズ328などの反射照明光学系が配置される。反射照明光学系は、マスク40に反射光を照射するものである。即ち、透過照明光路に導入された光は、インテグレート光学系38aで分割され、反射照明光路に導入された光は、ミラー326を介してインテグレート光学系38bで分割される。透過照明光路の光は、ミラー322、コンデンサレンズ324を介してマスク40にケラー照明される。反射照明光路の光は、ハーフミラー330、対物レンズ328を介してマスク40にケラー照明される。

20

【0018】

マスク40から透過あるいは反射された光は、対物レンズ328で集められ、ハーフミラー330を透過し、結像光学系42で受光装置44の面に結像される。

【0019】

このように、パターン画像形成装置30は、レーザ光源32から発した光をエキスパンダ光学系320で拡大した後、回転位相板34で空間コヒーレンシーを低減する。その後、透過照明光路(36、38a、322、324の光学系)と反射照明光路(36、326、38b、330、328の光学系)に分岐する。各々の照明光路中には、別々のインテグレート光学系38a、38bを設置し、ケラー照明用の面光源を独立に生成する。その後、必要に応じてリレー光学系を配し、マスク40にケラー照明を行っている。

30

【0020】

以上の構成により、回転位相板34、および、透過反射分離ビームスプリッタ36を平行光束部(320、38aの光学系)に配置できる。回転位相板34を平行光束部に配置することにより、回転体の周辺にスペースを確保することが可能となり、回転体の振動、熱、空気揺らぎ等の影響を最小限に抑えることができる。及び、透過反射分離ビームスプリッタ36を平行光束部に配置することにより、透過照明光路と反射照明光路を自由に配置することが可能となる。

【0021】

(パターン検査装置の構成例)

図3は、パターン検査装置10の構成例を示している。パターン検査装置10は、マスク40からの透過光又は反射光を検出してパターン画像を取得するパターン画像形成装置30、設計データなどのデータを記憶し、設計データから基準画像14となる参照画像を作成し、種々のデータを演算処理するデータ処理部50などを備えている。

40

【0022】

パターン画像形成装置30は、マスク40のパターンからパターン画像12を取得する。マスク40は、XYテーブル400上に載置される。XYテーブル400は、X方向、Y方向に移動し、方向に回転する3軸(X-Y-)マニピュレータである。XYモータ402は、中央演算処理部52から指令を受けたテーブル制御部404により駆

50

動制御され、X Y テーブル 4 0 0 を X 方向、Y 方向、 方向に移動する。X Y モータ 4 0 2 は、公知のサーボモータやステップモータ等を用いることができる。X Y テーブル 4 0 0 の位置座標は、レーザ測長システム（図示省略）により測定され、その出力が位置測定部（図示省略）に送られる。位置測定部から出力された X Y テーブル 4 0 0 の位置座標は、テーブル制御部 4 0 4 にフィードバックされる。

【 0 0 2 3 】

マスク 4 0 は、オートローダ制御部（図示省略）の制御の基で、オートローダ（図示省略）により X Y テーブル 4 0 0 上に自動的に供給され、検査終了後に自動的に排出される。X Y テーブル 4 0 0 の上方には、レーザ発生装置 3 2 が配置されている。レーザ発生装置 3 2 からのレーザ光は、透過照明経路又は反射照明経路を介してマスク 4 0 に照射される。マスク 4 0 の下方には、結像光学系 4 2 が配置され、マスク 4 0 のパターン画像 1 2 が受光装置 4 4 に照射され、電気信号に変換される。結像光学系 4 2 は、ピエゾ素子等の焦点調整装置（図示省略）で自動的に焦点調整される。この焦点調整装置は、中央演算処理部 5 2 に接続されたオートフォーカス制御回路（図示省略）により制御される。焦点調整は、別途設けられた観察スコープでモニタリングしてもよい。受光装置 4 4 としてのフォトダイオードアレイは、複数の光センサを配設したラインセンサもしくはエリアセンサである。X Y テーブル 4 0 0 を X 軸方向に連続的に移動することにより、フォトダイオードアレイは、マスク 4 0 のパターンに対応した測定信号を検出する。

10

【 0 0 2 4 】

この測定信号は、センサ回路 4 6 でデジタルデータに変換され、パターン画像のデータとして、バッファメモリ 5 6 に入力される。バッファメモリ 5 6 は、複数設けることができる。バッファメモリ 5 6 の出力は、比較部 2 0 に送られる。パターン画像のデータは、例えば 8 ビットの符号なしデータであり、各画素の明るさを表現するものとする。この種のパターン検査装置 1 0 は、通常、これらのパターンデータを 1 0 M H z ~ 3 0 M H z 程度のクロック周波数に同期して、フォトダイオードアレイから読み出し、適当なデータの並び替えを経て、ラスタ走査された 2 次元画像データとして取り扱われる。

20

【 0 0 2 5 】

（パターン画像の取得手順）

マスク 4 0 に描かれたパターンのパターン画像の取得は、パターン画像形成装置 3 0 でマスク 4 0 を走査することによって行われる。マスク 4 0 のパターンは、例えば、マスク 4 0 の一辺の方向（例えば X 方向）に細長く切った短冊のパターン画像として取得される。その短冊は、ストリームとする。ストリームは、一辺の方向（X 方向）に 4 分割した更に細長い短冊のパターン画像とする。4 分割されたストリームは、サブストリームとする。サブストリームは、上記辺（X 方向）と直交する他辺の方向（Y 方向）に複数に切断される。切断されたパターン画像は、フレームとする。フレームは、例えば一辺（X 方向）が 5 1 2 画素、他辺（Y 方向）が 5 1 2 画素のパターン画像とする。なお、1 画素は 2 5 6 階調のグレースケールとする。

30

【 0 0 2 6 】

（データ処理部）

データ処理部 5 0 は、主に、データの演算処理をする中央演算処理部 5 2、オートローダを制御するオートローダ制御部、X Y テーブル 4 0 0 を制御するテーブル制御部 4 0 4、設計データからパターン画像 1 2 に類似する、基準画像 1 4 となる参照画像を作成する参照画像作成部 5 4、パターン画像 1 2 と基準画像 1 4 とを比較して検査画像の欠陥を検査する比較部 2 0、パターン画像 1 2 のデータを一時的に記憶するバッファメモリ 5 6、レーザ測長システムで測定した X Y テーブル 4 0 0 の位置データからマスク 4 0 の位置を求める位置測定部、設計データのデータベースなどの多量のデータやプログラムを記憶する外部記憶装置 6 2、演算処理に必要なデータやプログラムを記憶する主記憶装置 6 4、プリンタ 6 6、CRT 6 8、バス 6 0 などを備えている。例えばマスク 4 0 の設計データは、検査エリア全体を短冊状のエリアに分けて格納される。

40

【 0 0 2 7 】

50

(参照画像作成部)

参照画像作成部 58 は、設計データを展開し、イメージデータを形成し、図形の角を丸めたり、多少ボカしたりして、パターン画像 12 に似せる処理を行い、参照画像を作成する。参照画像は、設計データから作成されるので、パターン画像形成装置 30 で生じるような、歪、変形やレベル、諧調の変動がない。

【0028】

本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。なお、上記説明において、各装置は、回路などのハードウェアで構成しても、又は、プログラムなどソフトウェアで構成しても、又は、これらの組み合わせで構成しても良い。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】パターン検査装置のブロック図

【図2】パターン画像形成装置の説明図

【図3】パターン検査装置の構造図

【符号の説明】

20

【0030】

10・・・パターン検査装置

12・・・パターン画像

14・・・基準画像

20・・・比較部

30・・・パターン画像形成装置

32・・・レーザ発生装置

320・エキスパンダ光学系

322・ミラー

324・コンデンサレンズ

30

326・ミラー

328・対物レンズ

330・ハーフミラー

34・・・位相板

340・モータ

36・・・ビームスプリッタ光学系

38・・・インテグレート光学系

40・・・マスク

400・テーブル

402・モータ

40

42・・・結像光学系

44・・・受光装置

46・・・センサ回路

50・・・データ処理部

52・・・中央演算処理部

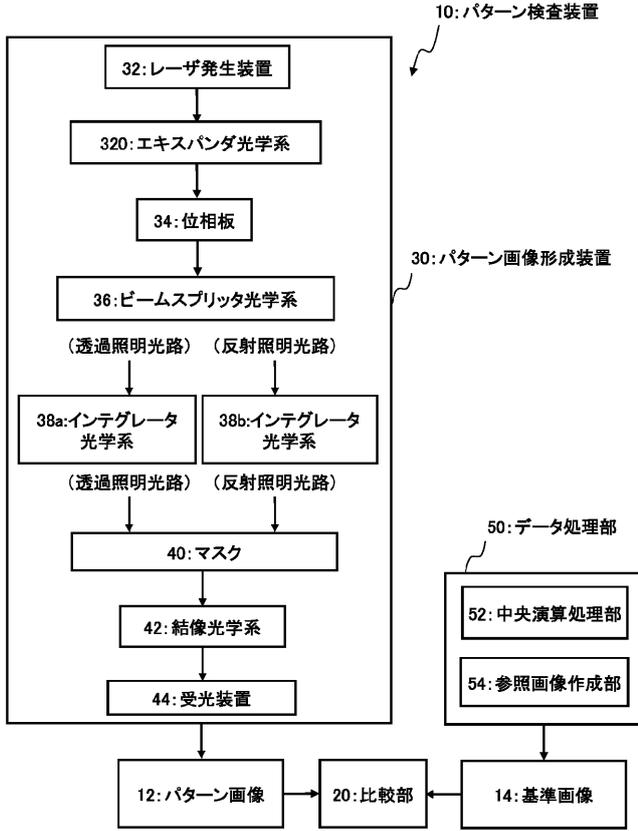
54・・・参照画像作成部

56・・・バッファメモリ

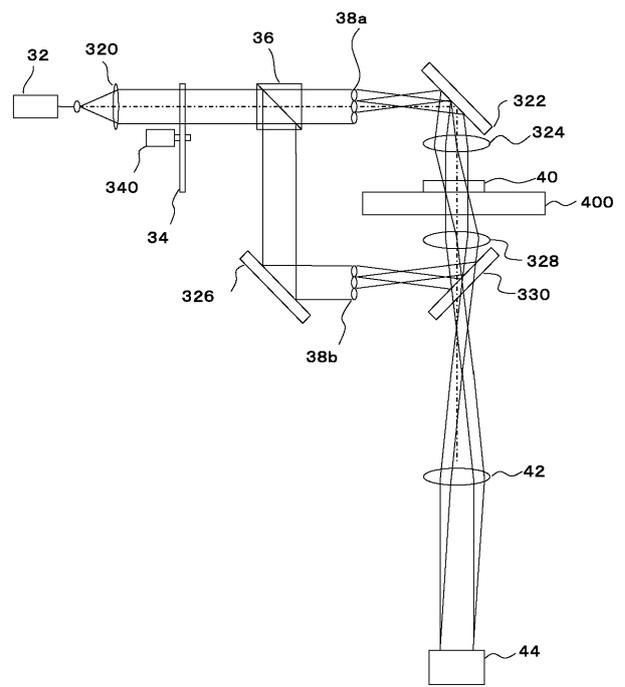
60・・・バス

62・・・外部記憶装置

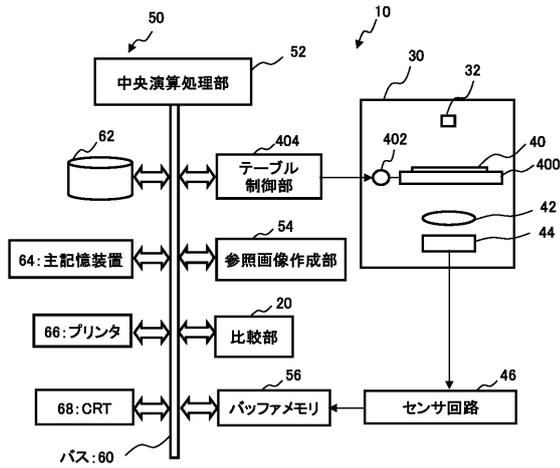
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 廣野 方敏

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 アドバンスド・マスク・インスペクション・テクノロジー
株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA49 AA56 BB02 CC18 FF02 FF42 FF67 GG04 HH13 HH15
JJ02 JJ03 JJ09 JJ18 JJ25 JJ26 LL00 LL09 LL10 LL12
LL35 LL46 MM03 PP12 PP13 QQ03 QQ24 RR09
2G051 AA56 AB02 AC21 BA10 BB20 CA12 CB01 CB02 EA11 EA14
2H095 AD01 BD02 BD13 BD15 BD20 BD27