

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4309751号
(P4309751)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int.Cl.

F 1

G03F 1/08 (2006.01)

G03F 1/08

S

G01N 21/956 (2006.01)

G01N 21/956

A

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/30 502P

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-409607 (P2003-409607)
 (22) 出願日 平成15年12月8日 (2003.12.8)
 (62) 分割の表示 特願平10-178300の分割
 原出願日 平成10年6月25日 (1998.6.25)
 (65) 公開番号 特開2004-157548 (P2004-157548A)
 (43) 公開日 平成16年6月3日 (2004.6.3)
 審査請求日 平成17年6月27日 (2005.6.27)
 (31) 優先権主張番号 特願平9-171695
 (32) 優先日 平成9年6月27日 (1997.6.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトマスク修復方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の厚さを有するとともに、これらの厚さが、レーザ光の波長の4分の1の整数倍になるよう設定された透光性板において、レーザ光を透過させて、その位相を連続的に変化させ、かつその明るさ分布を均一化した状態で、フォトマスクに照射する照明ステップと、

前記レーザ光と前記フォトマスクとを相対的に移動させながら前記フォトマスクの像を蓄積型センサで検知すると共に、この蓄積型センサから出力信号を前記移動に連動させて取り出し、前記フォトマスクの画像を形成する画像取得ステップと、

前記フォトマスクの画像に基づいてマスクパターンの欠陥を検出する欠陥検出ステップと、

この欠陥検出ステップによるパターン欠陥検出結果に基づいてマスクパターンの欠陥位置を特定し、マスクパターンの欠陥を修復する欠陥修復ステップと

を有することを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項2】

請求項1記載のフォトマスク修復方法において、

前記蓄積型センサの信号蓄積時間は、前記照明ステップでレーザ光の明るさ分布を均一化できる最小時間に応じて決定されていることを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項3】

10

20

請求項 1 記載のフォトマスク修復方法において、
前記照明ステップは、

前記レーザ光の光軸を前記フォトマスクに対して連続的もしくは断続的に変化させることでレーザ光の干渉縞を変化させ、前記レーザ光の明るさ分布を均一化するステップを含む

ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載のフォトマスク修復方法において、

前記レーザ光の光軸を前記フォトマスクに対して変化させる周期は、前記蓄積型センサの信号蓄積時間に応じて決定されている

10

ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載のフォトマスク修復方法において、

前記透光性板の回転数は、前記蓄積型センサの信号蓄積時間に応じて決定されている
ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載のフォトマスク修復方法において、

前記照明ステップは、

前記レーザ光を、回転する複数の前記透光性板に順次透過させるステップを含む
ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

20

【請求項 7】

請求項 6 記載のフォトマスク修復方法において、

前記複数の透光性板の合計回転数は、前記蓄積型センサの信号蓄積時間に応じて決定されている

ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 8】

請求項 1 記載のフォトマスク修復方法において、

前記照明ステップは、

レ - ザ光束の一部の光束のみを迂回する第 1 の迂回ステップと、

前記第 1 の迂回ステップの迂回方向とは異なる方向に、前記第 1 の迂回ステップを経た
レ - ザ光の一部の光束を迂回する第 2 の迂回ステップとを有し、

30

前記レ - ザ光源の光束を分割することで、

前記レーザ光の干渉縞を変化させ、このレーザ光の明るさ分布を均一化する
ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載のフォトマスク修復方法において、

前記照明ステップは、

前記第 1 の迂回ステップは、前記レ - ザ光束の半分の光束のみを迂回させ、

前記第 2 の迂回ステップは、前記第 1 の迂回ステップの迂回方向とは 90 度異なる方向
に、前記第 1 の迂回ステップを経たレ - ザ光の半分の光束を迂回させ、前記レ - ザ光源の
光束を互いに干渉性のない 4 つの光束に分割することで、前記レーザ光の干渉縞を変化さ
せ、このレーザ光の明るさ分布を均一化する

40

ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 10】

請求項 8 記載のフォトマスク修復方法において、

前記第 1 の迂回ステップ及び第 2 の迂回ステップの各迂回路と迂回しない光路との光路
差を前記レ - ザ光源の可干渉距離以上として、前記レ - ザ光源の光束を互いに干渉
性のない 4 つの光束に分割する

ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 11】

50

請求項 8 記載のフォトマスク修復方法において、
さらに、前記第 2 の迂回ステップを経たレーザ光束のうち光束の中心を含んだ一部分の光束の偏向方向を 90 度回転させる 1 / 2 板を有する
ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【請求項 12】

請求項 11 記載のフォトマスク修復方法において、
前記 1 / 2 板の前方あるいは後方にくさび型プリズムを設けた
ことを特徴とするフォトマスク修復方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、半導体装置の製造に用いるフォトマスクのマスクパターンを検査し、これに基づいてマスクパターンの欠陥を修復するフォトマスクの修復方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体製造工程に適用される検査装置として、フォトマスクのマスクパターン欠陥を検査する装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。この装置は、フォトマスクを照明する照明光学系と、フォトマスクの像を検出して画像信号を出力するためのセンサと、出力された画像信号に基づいてマスクパターンを検査する検査装置を有している。

【0003】

20

前記照明光学系に用いられる光源としては、一般的に水銀ランプが使用されている。この水銀ランプによれば、可視光領域から紫外領域（365 nm 近辺）までの波長を有する光を用いてフォトマスクを照明することができる（例えば、非特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】米国特許第 4559603 号明細書

【非特許文献 1】M. Tabata, et al., “A new die-to-database mask inspection system with i-line optics for 256Mbit and 1Gbit DRAMs”, SPIE Vol.3096, 1997, p. 415-422

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

ところで、近年、半導体装置の高性能化に伴い、フォトマスクのマスクパターンはますます微細化・高集積化している。これに伴い検査装置には高い分解能を発揮することが求められている。高分解能を実現するためには照明光の波長を短波長化する必要があるが、従来の水銀ランプでは短波長領域においては検査装置に使用できる照度が得られない。したがって、水銀ランプに代えて紫外線レーザ等のレーザ光源を用いる必要がある。

【0005】

しかしながら、レーザ光を欠陥検査装置の光源として用いると、レーザの可干渉性から一定の干渉縞（スペックル）が発生してしまうことがある。この干渉縞が生じると、センサから出力された検出画像に明るさの「むら」が現れるため、欠陥検査の際、この「むら」がパターン欠陥によるものなのかレーザの干渉縞によるものなのか判別できなくなってしまうという問題が発生する。

【0006】

40

したがって、この発明は、レーザ光をパターン欠陥の検査装置の光源として採用した場合の問題点を解決し、より高い分解能でパターンの欠陥を検査し、これにより高精細なマスクパターンの欠陥修復を行なえるフォトマスク修復方法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】

【0007】

この発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、複数の厚さを有するとともに、これらの厚さが、レーザ光の波長の 4 分の 1 の整数倍になるよう設定された透光性板において、レーザ光を透過させて、その位相を連続的に変化させ、かつその明るさ分

50

布を均一化した状態で、フォトマスクに照射する照明ステップと、前記レーザ光と前記フォトマスクとを相対的に移動させながら前記フォトマスクの像を蓄積型センサで検知すると共に、この蓄積型センサから出力信号を前記移動に連動させて取り出し、前記フォトマスクの画像を形成する画像取得ステップと、前記フォトマスクの画像に基づいてマスクパターンの欠陥を検出する欠陥検出ステップと、この欠陥検出ステップによるパターン欠陥検出結果に基づいてマスクパターンの欠陥位置を特定し、マスクパターンの欠陥を修復する欠陥修復ステップとを含むフォトマスク修復方法を提供する。

このような構成によれば、レーザ光の可干渉性に影響されないフォトマスク像を得ることができ、これに基づいて高精度の検査を行なえる。そして、高精度な欠陥情報に基づいてフォトマスクの欠陥修復を行なうことができる。

10

【0008】

このような構成によれば、レーザ光の可干渉性に影響されないフォトマスク像を得ることができ、これに基づいて高精度の検査を行なえる。そして、高精度な欠陥情報に基づいてフォトマスクの欠陥修復を行なうことができる。

【発明の効果】

【0009】

以上説明した構成によれば、レーザ光をパターン欠陥の検査装置の光源として採用した場合の問題点を解決し、より高い分解能でパターンの欠陥を検査し、これにより高精細なマスクパターンの欠陥修復を行なえる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0010】

以下、この発明の一実施形態を図面を参照して説明する

(第1の実施形態)

図1はマスクパターン検査装置及びこのマスクパターン検査装置の検査結果に基づいてマスクを修復するマスク修復装置20を示したものである。

【0011】

図1中符号1で示すのはXYテーブルである。このXYテーブル1は、検査・修復対象であるフォトマスク2を保持し、これを任意のXY方向に駆動するもので、XYテーブル駆動ドライバ3を介して中央制御部4に接続されている。

【0012】

30

また、この検査装置はこのXYテーブル1に保持されたフォトマスク2を照明する照明光学系5を有する。この照明光学系5は、レーザー光を発振するレーザ光源としてのArレーザ6と、レーザ光の干渉縞を変化させレーザ光の明るさ分布を均一化するレーザ光均一化光学系7と、この均一化光学系7を通過したレーザー光を前記フォトマスク2上にスポット状に照射する対物レンズ8とからなる。

【0013】

前記均一化光学系7は、蠅の目レンズ10(フライアレイレンズ)と、回転位相板11と、振動ミラー12とからなる。

【0014】

まず、蠅の目レンズ10は、複数のレンズ10aがアレイ状に並べられて集積化される構造を有するものである。この蠅の目レンズ10によれば、複数の2次光源像を形成することができ、これらの瞳像がフォトマスク2上で重なり合うため、レーザ6の強度分布を均一化することができる。

40

【0015】

また、図2(a)は前記回転位相板11を示す正面図である。この回転位相板11は、任意的一部分を図2(b)、(c)に拡大して示すように、表面に深さの異なる多数の段差11a～11dがランダムに設けられてなる透光性の円盤である。このような回転位相板11によれば、場所により厚さが異なることから、この回転位相板11を回転させつつレーザ光を透過させることでこのレーザ光の位相を各段差11a～11dの深さに応じて変化させることができる。各段差11a～11dは、レーザ光の位相をそれぞれ0、1/50

4、1/2 及び 3/4 …だけずらすことのできる厚さに形成されている。

【0016】

この回転位相板 11 は、図 1 に示す回転駆動モータ 13 によって回転駆動されるようになっており、このモータ 13 は図示しないモータドライバを介して前記中央制御部 4 に接続されている。この中央制御部 4 は、前記回転位相板 11 を例えば 10,000 rpm で回転させるように前記モータ 13 を制御する。

【0017】

このようにレーザ光の位相をランダムに変化させることにより、レーザ光の干渉縞を変化させることができ、さらにこれを高速で行なうことで、レーザ光の明るさを均一化することができる。

10

【0018】

一方、前記振動ミラー 12 はピエゾ素子等の機械的駆動部 15 により例えば 100 Hz の振動数で揺動振動されるように構成されており、このミラー 12 で反射するレーザ光の光軸を周期的にずらす機能を有する。

【0019】

このようにレーザ光の光軸をずらすことで、次に図 3(a)、(b) 及び図 4(a)～(d) を参照して説明するようにレーザ光の干渉縞を変化させることができる。すなわち、図 3(a) は前記レーザ光源 6 から発振されたレーザ光の明るさ分布(干渉縞)を示す平面図であり、図 3(b) は断面 III-III での明るさ分布を示す波形である。

20

【0020】

前記振動ミラー 12 を振動させることで、図 3(b) に示した明るさ分布波形を図 4(a)～(d) に示すように横方向にずらすことができ、このずれ幅が 1 波長(図に示す)以上となる振幅で前記振動ミラー 12 を高速で振動させることで図 4(e) に示すようにレーザ光の明るさを均一化することができる。なお、この振動ミラー 12 の振幅及び振動数は前記中央制御部 4 によって決定され、制御されるようになっている。

【0021】

以上より、この振動ミラー 12 を通過したレーザ光は明るさが均一化された状態で対物レンズ 8 を通してフォトマスク 2 上に照射されることになる。

【0022】

また、この装置は、フォトマスク 2 の像を検出するためのセンサとして、図 1 に示す蓄積型(TDI)センサ 17 を用いる。この蓄積型センサ 17 は、1 ライン 1048 画素、計 64 ラインの光電変換素子からなるものである。そして、この蓄積型センサ 17 は、図に 18 で示すセンサ回路により制御されるようになっている。すなわち、この蓄積型センサ 17 は前記フォトマスク 2(XY テーブル 1) の移動スピードに同期させて、1 ラインからの光強度出力信号を隣のラインからの光強度出力信号に順次足しあわせながら蓄積し、64 ライン分の強度信号が蓄積されたならばこれを出力する特殊な機能を有するものである。

30

【0023】

ここで、蓄積型センサ 17 の信号蓄積にかかる時間(信号蓄積時間)は、フォトマスク 2 の同一箇所を第 1 ライン～第 64 ラインの全てで検出するのにかかる時間に等しい。そして、この信号蓄積時間は、前記均一化光学系 7 によりレーザ光の明るさを均一化できる最小の時間に設定することが好ましい。

40

【0024】

この実施形態では、例えば図 4(a)～(d) で示す工程で前記干渉縞に対応する光の波形を波長だけずらすことのできる時間と前記信号蓄積時間とを一致させればレーザ光の可干渉性に影響されない均一な検出信号を得ることができる。

【0025】

なお、これとは逆に、蓄積型センサ 17 の信号蓄積時間に合わせて、前記回転位相板 11 の回転数、振動ミラー 12 の振動数を決定するようにしても良い。

【0026】

50

すなわち、蓄積型センサ 17 の信号蓄積時間が短い場合には、この短い時間内でレーザ光の明るさを均一化する必要がある。したがって、前記回転位相板 11 の回転数や振動ミラー 12 の振動数を大きくすることが必要となる。

【0027】

この実施形態では、前述したように、回転位相板 11 の回転数を 10,000 r p m、振動ミラー 12 の振動数を 100 H z とし、蓄積型センサの 1 ラインのスキャン時間を 30 μ s e c として信号蓄積時間を $30 \mu s e c * 64 = 1.92 m s e c$ とすることで、均一な検出信号を得ることができた。

【0028】

このように、均一化光学系 7 と蓄積型センサ 17 を用いて、フォトマスク 2 を照明し 10 その像を検出するようにすることで、レーザ光の可干渉性に影響されないフォトマスク像を検出することができる。したがって、このフォトマスク 2 のマスクパターンを高分解能で検出すること可能になる。

【0029】

このようにして検出されたマスクパターン像は、前記中央制御部 4 によりマスクパターンの検査に用いられ、その検査結果はマスク修復装置 20 に送られてマスクパターンの修復に利用される。

【0030】

以下、この検査及び修復工程を図 5 に示すフローチャートを用いて説明する。

【0031】

まず、欠陥検査では、パターンが設計した位置に形成されているか、形成されたパターンに欠陥がないか検査する必要がある。ここで、パターンの欠陥には、パターンの一部が欠落している場合（欠落欠陥）、不要な部分が除去されずに残っている場合（残り欠陥）の他、異物が付着している場合（異物付着）も含まれる。

【0032】

ステップ S 1 でマスクパターン像の検出が終了したならば、前記中央制御部 4 は、この検出結果に基づいて欠陥が生じている位置及び欠陥の種類を特定する（ステップ S 2）。

【0033】

ここで、パターン欠陥検査方式としては、実パターン比較方式と設計パターン比較方式を適宜選択して採用することができる。実パターン比較方式は、隣り合った同一パターンを比較して検査する方法である。設計パターン比較方式は、パターンの設計データと測定データとを比べて検査する方法である。

【0034】

この実施形態では、設計パターン比較方式によるものとして、図 1 に設計データ展開装置 21 を示した。すなわち、この方式では、前記蓄積型センサ 17 から得られたマスクパターン像と前記設計データ展開装置 21 により展開された設計パターン像（C A D データ）との位置合わせを行い、それらの比較を行うことで欠陥位置及び欠陥種類の特定を行なうようとする。

【0035】

なお、ステップ S 2 において欠陥が生じていないと判断された場合には、検査処理は終了する（E N D）。また、欠陥が隣接する複数のパターンに跨っている場合等、修正不可能な欠陥である場合（ステップ S 3）には、そのマスクパターン膜を除去して再度パターンニングを実行するようにする（ステップ S 4）。

【0036】

前記ステップ S 2 で欠陥位置及び欠陥種類が特定されたならば、前記中央制御部 4 は、その欠陥情報を当該フォトマスク 2 と共にフォトマスク修復装置 20 に受け渡す。

【0037】

フォトマスク修復装置 20 では、欠陥の種類に応じて適宜の修復方法を実行する。すなわち、欠陥が欠落欠陥であると判断された場合（ステップ S 5）には、検出された欠陥位置の情報に基づいてパターンを付加して正常なパターン形状に修正する（ステップ S 6）

10

20

30

40

50

。欠陥が残り欠陥の場合（ステップS7）には、検出された残り位置の情報に基づいて電子ビーム等で不要なパターンを除去して正常なパターン形状に修復する（ステップS8）。

【0038】

また、欠陥が異物付着の場合（ステップS9）には、フォトマスク2を洗浄工程に移送することで異物を除去する（ステップS10）。

【0039】

以上の工程が実行されたならば、このフォトマスク修復装置20は当該フォトマスク2を欠陥位置情報と共に前記フォトマスク検査装置（図1）に受け渡す。

【0040】

前記中央制御部4は、前記欠陥位置情報に基づいてフォトマスク2の欠陥修復部の像のみを検出し、この像に基づいてステップS2の検査を再度行う。そして、必要な場合には当該フォトマスク2を再度修復装置20に受け渡してステップS4～S10の修復工程を実行させる。

【0041】

このような構成によれば、レーザ光の可干渉性に影響されないフォトマスク像を得ることができ、これに基づいて高精度の検査を行なえる。そして、高精度な欠陥情報に基づいてフォトマスク2の欠陥修復を行なうことができる。

【0042】

なお、この第1の実施形態では、均一化光学系7として振動ミラー12を有するものを挙げたが、この振動ミラー12を設けなくても一定の効果を得ることができる。

【0043】

図6は、この例による実施形態を示したものである。この例でも、前記蓄積型センサ17の蓄積時間は、前記回転位相板の回転により前記レーザ光の明るさを均一化できる時間に応じて決定するようにすれば良い。

【0044】

また、これとは逆に蓄積型センサの蓄積時間に応じて回転位相板の回転数を定めるようにしても良い。

【0045】

（第2の実施形態）

次に、この発明の第2の実施形態を図7を参照して説明する。この実施形態は、図1に示した装置の均一化光学系7の他の実施形態を示すものである。したがって、その他の部分は図示を省略すると共に、第1の実施例形態と同様の構成要件については同一符号をしてその説明は省略する。

【0046】

この実施形態の均一化光学系7'は、蠅の目レンズ10と、この蠅の目レンズ10の2次光源面に配設した第1の回転位相板11'、リレー光学系22と、このリレー光学系22を挟んで前記第1の回転位相板11'、11"と共に位置に配設された第2の回転位相板11"とを有する。

【0047】

なお、第1、第2の回転位相板11'、11"としては、第1の実施形態と同様のものを用いるようにすれば良い。また、前記リレー光学系22により光源像が反転するので、第1、第2の回転位相板11'、11"の回転方向を逆にする。

【0048】

このような構成によつても、レーザ光を前記蠅の目レンズ10を通し光源の強度分布を均一化した後、第1、第2の回転位相板11'、11"を通すので、前記第1の実施形態と同様に干渉縞を変化させレーザ光の明るさを均一化することができる。

【0049】

そして、この場合、第1、第2の回転位相板11'、11"の回転数の合計を第1の実施形態の回転位相板11の回転数とすれば良いので、個々の回転位相板11'、11"の

10

20

30

40

50

回転数を小さくすることができ、装置の負担が軽くなる。

【0050】

なお、この実施形態で重要なことは、第1、第2の回転位相板11'、11''の回転数の差が装置の固有振動数に一致しないようにすることである。回転数の差が固有振動数に一致する場合には、共振が発生してしまい均一化効果が不十分になる可能性があるばかりでなく最悪の場合装置が破損する恐れがあるからである。

【0051】

(第3の実施形態)

次に、この発明の第3の実施形態を図8以下を参照して説明する。

【0052】

この実施形態は、第1の実施形態の均一化光学系の更なる別の例に関するものである。従って、その他の構成要素についてはその図示を省略する。

【0053】

まず、前記レ・ザ光源6から光束の直径が2Lの直線偏向のレ・ザ光が出力されているとする。

【0054】

このレ・ザ光は第1の光束分割ユニット31に入射される。この光束分割ユニット31は図9に示すようにレ・ザ光を上下2つに分割し、レ・ザ光の上半分の光束をそのまま通過させ、下半分の光束に対して45度傾けて設置されている下半分の光束をミラ-31a、31b、31c、31dで反射して迂回させるようにしている。そして、この迂回した光路は迂回しない光路に対してレ・ザの可干渉距離以上に光路長が長くなるように設定されている。そして、ミラ-31d以降において、光束の上半分と下半分とが合流する。

【0055】

このような光束分割ユニット31によれば、ミラ-31dの下流位置A(図8)において、レ・ザ光の光束が図11に示すように上下a1、a2の2つに分割される。

【0056】

そして、光束分割ユニット31の下流には、第2の光束分割ユニット32が設けられている。この光束分割ユニット32は、図10に示すように、入射される光束を左右2つに分割し、レ・ザ光の左半分をそのまま通過させ、右半分の光束に対して、右半分の光束に対して45度傾けて設置されているミラ-32a、32b、32c、32dで反射させて迂回させるようにしている。そして、この迂回した光路は迂回しない光路に対してレ・ザの可干渉距離以上に光路長が長くなるように設定されている。

【0057】

このように第1、第2の光束分割ユニット30、31と通過したレーザ光束は、図1に示すミラ-32dの下流位置Bにおいて、図12に示すように上下左右に互いに干渉しない4つの領域b1～b4に分割される。

【0058】

そして、光束分割ユニット32の下流には、反射ミラ-33が設置されている。この反射ミラ-33によりレ・ザ光の光束が90度曲げられる。

【0059】

そして、反射ミラ-33で反射されたレ・ザ光は、そのレ・ザ光の一部分の偏向方向を90度回転させる1/2板34に入射される。

【0060】

つまり、この1/2板34を通過したレ・ザ光の偏向方向は図13に示すようになる。

【0061】

1/2板34の下流側には、レ・ザ光の干渉をなくすための蠅の目レンズ35が設けられている。

【0062】

この蠅の目レンズ35の下流には、回転位相板36が設けられている。この回転位相板

10

20

30

40

50

3 6 は図示しないモ - タにより回転制御される。この回転位相板 3 6 は、第 1 の実施形態と同様の構成を有するものであり、レ - ザ光の干渉縞を変化させる機能を有する。

【 0 0 6 3 】

さらに、この回転位相板 3 6 を通過したレ - ザ光は、反射ミラ - 3 7 により 90 度だけその光路が曲げられる。

【 0 0 6 4 】

そして、この反射ミラ - 3 7 で反射されたレーザ光は、コンデンサレンズ 3 8 で凝縮されて対物レンズ 3 9 に集光される。そして、この対物レンズ 1 9 によりマスクパタン 4 0 上にスポット 4 1 が集光される。

【 0 0 6 5 】

このような構成によれば、レーザ光束の一部を迂回させて光路長を異ならせたり回転させたりすることでレーザ光の可干渉性を低減させることができ、また、これを回転位相板に通すことで、明るさを均一化することができる。従って、第 1 の実施形態と略同様の効果をえることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

また、このような構成によれば、わずか 8 つのミラ - レ - ザ光を 4 つの互いに干渉しない光束に分割することができるため、構成及び光伝送効率も向上する。

【 0 0 6 7 】

なお、図 8 に示した 1 / 2 板 3 4 の前方に図 1 4 に示すようなくさび型プリズム 4 2 を設けることにより、一層スペックルを低減させることができる。

【 0 0 6 8 】

なお、このくさび型プリズム 4 2 は 1 / 2 板 3 4 の前方ではなく後方に設けても良い。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 9 】

【 図 1 】この発明の第 1 の実施形態を示す概略構成図。

【 図 2 】(a) ~ (c) は、この発明の第 1 の実施形態を説明するための図で、回転位相板を示す概略構成図。

【 図 3 】(a) 、(b) は、この発明の第 1 の実施形態を説明するための図で、レーザ光の可干渉性により生じる試料上での干渉縞を示した平面図及び明るさ分布を示す波形図。

【 図 4 】(a) ~ (e) は、この発明の第 1 の実施形態を説明するための図で、光軸をずらすことにより明るさを均一化する工程を示す波形図。

【 図 5 】この発明の第 1 の実施形態を説明するための図で、マスク検査及びマスク修復工程を説明するためのフローチャート。

【 図 6 】この発明の第 1 の実施形態の変形例を示す概略構成図。

【 図 7 】この発明の第 2 の実施形態を示す概略構成図。

【 図 8 】この発明の第 3 の実施形態を示す概略構成図。

【 図 9 】この発明の第 3 の実施形態を説明するための図で、第 1 の光束分割ユニットを示す概略構成図。

【 図 1 0 】この発明の第 3 の実施形態を説明するための図で、第 2 の光束分割ユニットを示す概略構成図。

【 図 1 1 】この発明の第 3 の実施形態を説明するための図で、第 1 の光束分割ユニットを通過した後のレーザ光の偏向方向を説明するための説明図。

【 図 1 2 】この発明の第 3 の実施形態を説明するための図で、第 2 の光束分割ユニットを通過した後のレーザ光の偏向方向を説明するための説明図。

【 図 1 3 】この発明の第 3 の実施形態を説明するための図で、光束の一部が回転させられた状態のレーザ光の偏向方向を説明するための説明図。

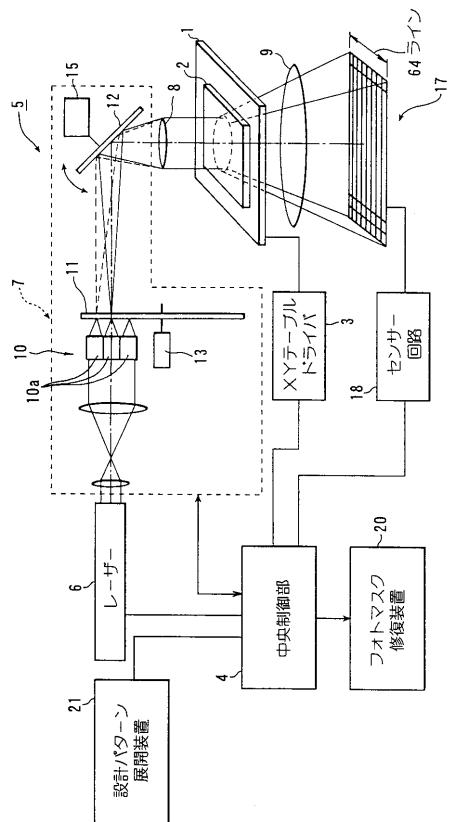
【 図 1 4 】第 3 の実施形態の変形例を示す概略構成図。

【 符号の説明 】

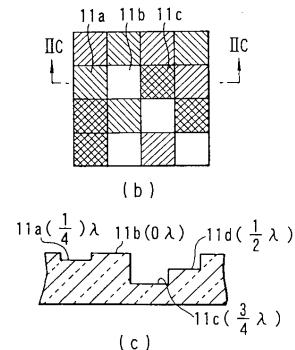
【 0 0 7 0 】

1 ... X Y テーブル、2 ... フォトマスク、3 ... X Y テーブル駆動ドライバ、4 ... 中央制御部、5 ... 照明光学系、6 ... レーザ光源、7 ... 均一化光学系、8 ... 対物レンズ、10 ... 虫の目レンズ、11 ... 回転位相板、12 ... 振動ミラー、13 ... 回転駆動モータ、15 ... 機械的駆動部、17 ... 蓄積型センサ、19 ... 対物レンズ、20 ... マスク修復装置、21 ... 設計データ展開装置、22 ... リレー光学系。

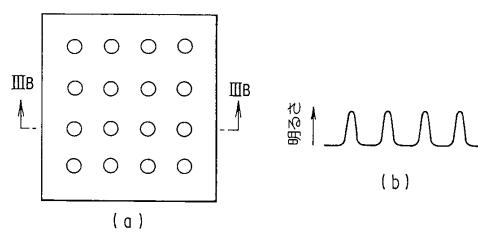
【図 1】



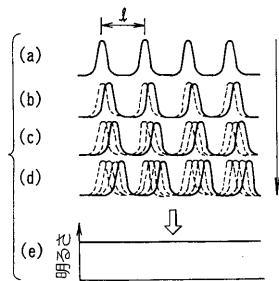
【図 2】



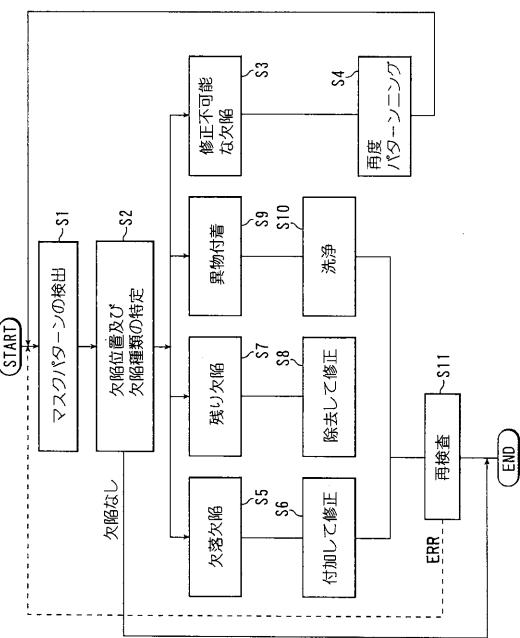
【図 3】



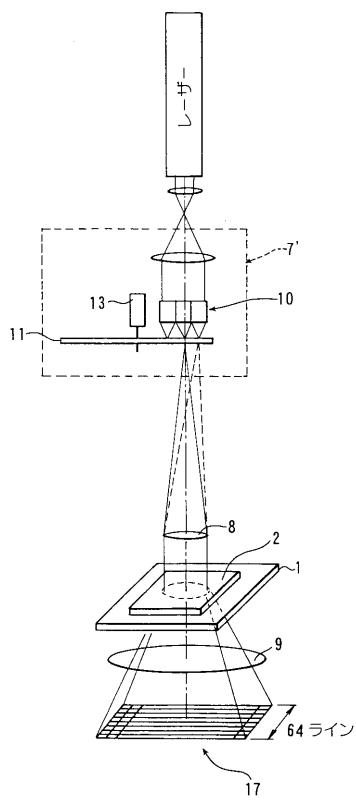
【図4】



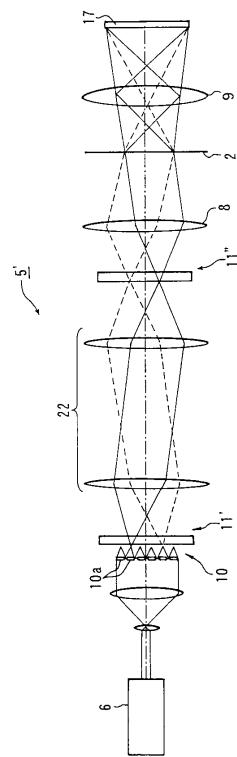
【図5】



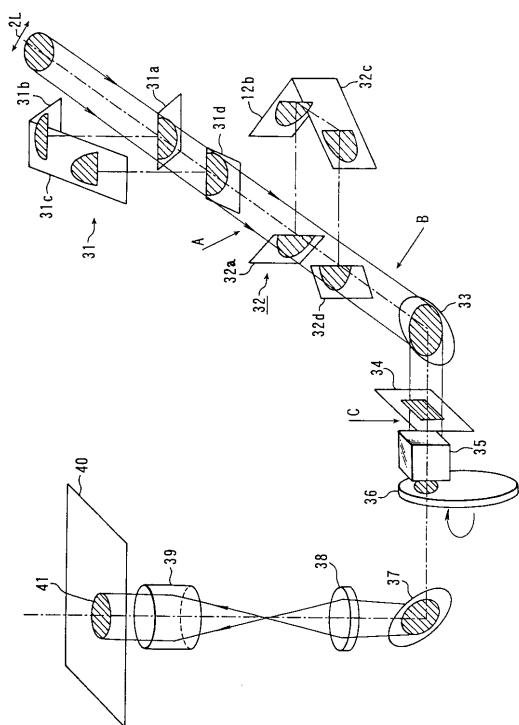
【図6】



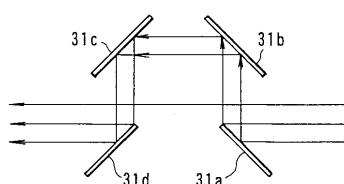
【図7】



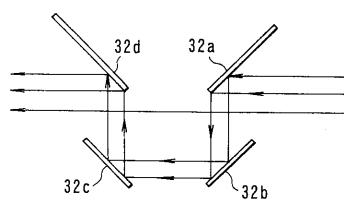
【図8】



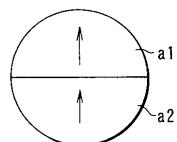
【図9】



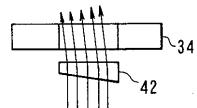
【図10】



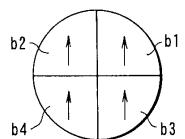
【図11】



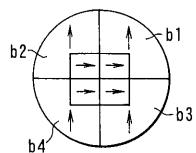
【図14】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 大橋 勝樹

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72)発明者 井上 広

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72)発明者 小野 明

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

審査官 岩本 勉

(56)参考文献 特開2004-110072(JP,A)

特開平06-294750(JP,A)

特開昭63-173322(JP,A)

特開平08-292159(JP,A)

特開平01-114035(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 1/08

G01N 21/956

H01L 21/027

G01B 11/00