

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4207240号
(P4207240)

(45) 発行日 平成21年1月14日(2009.1.14)

(24) 登録日 平成20年10月31日(2008.10.31)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 6 C

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-56117
 (22) 出願日 平成10年2月20日(1998.2.20)
 (65) 公開番号 特開平11-238680
 (43) 公開日 平成11年8月31日(1999.8.31)
 審査請求日 平成17年2月21日(2005.2.21)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (74) 代理人 100097180
 弁理士 前田 均
 (74) 代理人 100099900
 弁理士 西出 眞吾
 (72) 発明者 西永 壽
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 (72) 発明者 小沢 謙
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内

審査官 渡戸 正義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置用照度計、リソグラフィ・システム、照度計の校正方法およびマイクロデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マスクのパターンを基板に転写する露光装置で使用する露光装置用照度計において、
 前記基板上に入射する露光用照明光を受光してその強度に応じた照度信号を出力する光
 センサと、

前記照度信号を増幅する増幅回路と、

前記増幅回路で増幅された前記照度信号のピーク値をホールドするピークホールド回路
 と、

前記ピークホールド回路から出力された前記照度信号を校正する校正回路と、

前記基板上での光特性が異なる複数の露光用照明光に対応した前記増幅回路の増幅率と
 前記校正回路の校正値とを記憶する記憶装置と、

前記光センサが受光する前記露光照明光の種類に応じて、前記記憶装置から前記増幅率
 と前記校正値とを読み出し、前記増幅回路で用いる増幅率と前記校正回路で用いる校正値
 とを切り換える切換回路とを備えたことを特徴とする露光装置用照度計。

【請求項 2】

前記増幅回路で用いる増幅率と、前記校正回路で用いる校正値とは、前記露光用照明光
 の波長および/または入射エネルギー範囲毎に、前記記憶装置に記憶してあることを特徴
 とする請求項 1 に記載の露光装置用照度計。

【請求項 3】

前記記憶装置は、複数台の露光装置でそれぞれ使用される露光照明光の照度を計測する

10

20

ために、前記露光装置毎の前記増幅率と前記較正值とを記憶することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置用照度計。

【請求項 4】

前記複数台の露光装置は、それぞれ発光強度範囲と波長域との少なくとも一方が異なる光源を有することを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置用照度計。

【請求項 5】

前記光センサは、所定の波長帯域にそれぞれ発振スペクトルを有する複数の露光用照明光を検出可能な広帯域光センサであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の露光装置用照度計。

【請求項 6】

前記光センサは、前記露光用照明光毎に、少なくとも受光部が交換自在に装着されてなることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の露光装置用照度計。

【請求項 7】

前記複数の露光用照明光は、K r F エキシマレーザ及び A r F エキシマレーザを含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の露光装置用照度計。

【請求項 8】

前記較正回路で較正された照度信号のデータを表示する表示装置を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の露光装置用照度計。

【請求項 9】

前記光センサが受光する前記露光用照明の種類を入力する入力装置を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の露光装置用照度計。

【請求項 10】

種類が異なる複数台の露光装置と、前記複数台の露光装置に順次装着される照度計とを備えたリソグラフィ・システムにおいて、

前記照度計は、

露光用照明光を受光してその強度に応じた照度信号を出力する光センサと、

前記照度信号を増幅する増幅回路と、

前記増幅回路で増幅された前記照度信号のピーク値をホールドするピークホールド回路と、

前記ピークホールド回路から出力された前記照度信号を較正する較正回路と、

前記複数台の露光装置でそれぞれ使用される露光用照明光に対応した前記増幅回路の増幅率と前記較正回路の較正值とを記憶する記憶装置と、

装着された前記露光装置の種類に応じて、前記記憶装置から前記増幅率と前記較正值とを読み出し、前記増幅回路で用いる増幅率と前記較正回路で用いる較正值とを切り換える切替回路とを備えたことを特徴とするリソグラフィ・システム。

【請求項 11】

マスクのパターンが転写される基板上に入射する露光用照明光を受光する照度計の較正方法において、

前記照度計は、請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の露光用照度計で構成され、

前記光センサで受光する露光用照明光毎に設定される前記増幅回路の増幅率と前記較正回路の較正值とを使ってその照度を決定するために、複数の基準照度計を用いて同一の光源から射出される照明光をそれぞれ検出して得られる基準照度の平均値と、前記照度計を用いて前記照明光を検出して得られる照度とがほぼ一致するように、前記露光用照明光毎の較正值を変更することを特徴とする照度計の較正方法。

【請求項 12】

複数台の露光装置を用いて基板上に複数のパターンを重ね合わせて転写してマイクロデバイスを製造する方法において、

前記複数台の露光装置のうち、前記基板に入射する露光用照明光の波長と強度との少なくとも一方が異なる少なくとも二台の露光装置でそれぞれ前記露光用照明光の照度を請求

10

20

30

40

50

項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の露光装置用照度計を用いて計測し、前記露光装置毎に前記計測された照度を利用して前記パターンの転写時における前記基板の露光量を制御することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項 1 3】

前記少なくとも二台の露光装置は互いに前記露光用照明光の波長が異なることを特徴とする請求項 1 2 に記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項 1 4】

前記少なくとも二台の露光装置は、前記露光用照明光として KrF エキシマレーザを使用する露光装置と、 ArF エキシマレーザを使用する露光装置とを含むことを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載のマイクロデバイスの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光装置用照度計、リソグラフィ・システム、照度計の較正方法およびマイクロデバイスの製造方法に係り、さらに詳しくは、複数種類の露光装置で、露光量管理として共用して使用可能な露光装置用照度計、リソグラフィ・システム、照度計の較正方法およびマイクロデバイスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置や液晶表示装置などの製造に際して、マスクまたはレチクル（以下、総称して「マスク」ともいう）などの原版に描かれたパターンを、レジストが塗布された半導体ウエハや透明基板などの感光性基板上に転写するために、投影露光装置が用いられる。半導体装置や液晶表示装置などの製造ラインでは、単一の投影露光装置のみが使用されるわけではなく、一般に、複数の投影露光装置が併用して使用される。

20

【0003】

このような場合において、各露光装置で製造される製品のばらつきなどを低減するために、各露光装置間の露光量をマッチングさせる必要がある。そのために、露光装置内には内部光センサが常設してあり、間接的に像面上の露光量（照度）を計測し、その計測結果に基づき、各露光装置間の露光量をマッチングさせている。

【0004】

30

しかしながら、各露光装置毎に設けられた内部光センサが、常に正確な照度を検出しているとは限らず、経時変化などにより誤差が生じることがある。

【0005】

そこで、これらの内部光センサの較正を行い、各露光装置間の露光量をマッチングさせる方法として、ワーキング照度計を用いる方法がある。このワーキング照度計は、ウエハステージ上に着脱自在に設置し、像面上の照度を直接的に計測するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、照度計では、検出信号電圧と照度との良好な直線性や、照度の絶対値などを確保することが常に要求されることから、照度計の較正には、実使用と同じ波長や周波数を持ち、同程度の入射エネルギーの照明光が使用される。そして、特定の条件における計測に最適化された回路内パラメータおよび較正值を得る。

40

【0007】

よって、一つの照度計は、原則として一種類の波長の光を露光用照明光とする露光装置のみに対応したものとなる。たとえば従来の KrF エキシマレーザ用の照度計は、KrF エキシマレーザを照明光とする露光装置のみに用いることができ、ArF エキシマレーザなどのその他の種類の露光装置に用いることはできなかった。

【0008】

また、従来の照度計の較正值は、一度較正すると、この値を定数として扱っており、意図的な書き換えはできないようになっている。

50

【 0 0 0 9 】

なお、A r Fエキシマレーザ露光装置では、使用するレジストが、K r Fエキシマレーザ露光装置に用いるレジストに比較して、一般に高感度である。また、K r Fエキシマレーザよりエネルギー安定性の良くないA r Fエキシマレーザでは、積算露光量制御の精度を向上させるために、積算パルス数が多くなる。そのために、1パルスあたりのエネルギーが、K r Fエキシマレーザ露光装置の場合に比較して小さくなる。典型的には、照度計の入射エネルギーレベルで数倍～10倍程度の差異がある。

【 0 0 1 0 】

したがって、K r Fエキシマレーザ露光装置で最適化した照度計を用いて、A r Fエキシマレーザ露光装置の照度を計測しようとしても、センサの出力信号が低下し、直線性を持つ十分に広い計測レンジが得られない可能性が高い。

10

【 0 0 1 1 】

また、使用波長が異なると、センサの波長依存性によってその感度が多少変化するため、K r Fエキシマレーザの場合と同様な較正值では、正確な照度の絶対値の計測が困難である。

【 0 0 1 2 】

加えて、照度計を、複数の露光装置間の露光量管理ツールとして使用する際に、照度計1台で管理すると、その一台の突然の変化や、使用に伴う経時変動などにより、正確な絶対値基準になり得ない。

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような実状に鑑みてなされ、異なる種類の露光用照明光を用いて露光を行う二種類以上の露光装置で、共用して使用可能な露光装置用照度計、リソグラフィ・システム、照度計の較正方法およびマイクロデバイスの製造方法を提供することを目的とする。

20

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

以下、この項に示す説明では、本発明を、実施形態を表す図面に示す部材符号に対応つけて説明するが、本発明の各構成要件は、これら部材符号を付した図面に示す部材に限定されるものではない。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明において、露光装置としては、特に限定されず、g線(436nm)、i線(365nm)、K r Fエキシマレーザ(248nm)、A r Fエキシマレーザ(193nm)、F₂レーザ(157nm)、またはY A Gレーザなどの高調波を露光用光源として用いる露光装置などを例示することができる。また、露光方式の分類による露光装置のタイプも特に限定されず、いわゆるステップ・アンド・リピート方式の露光装置でも、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の露光装置でも良い。いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の露光装置は、レチクルなどのマスク上のパターンの一部を投影光学系を介して感光性基板上に縮小投影露光した状態で、マスクと感光性基板とを、投影光学系に対して同期移動させることにより、マスク上のパターンの縮小像を逐次感光性基板の各ショット領域に転写する方式の露光装置である。この方式の露光装置は、いわゆるステッ

30

40

【 0 0 1 6 】

請求項1

本発明の第1の観点に係る露光装置用照度計(請求項1に対応)は、マスク(11)のパターンを基板(14)に転写する露光装置(30a～30d)で使用される露光装置用照度計において、前記基板(14)上に入射する露光用照明光を受光してその強度に応じた照度信号を出力する光センサ(52)と、前記照度信号を増幅する増幅回路(56)と、前記増幅回路で増幅された前記照度信号のピーク値をホールドするピークホールド回路と、前記ピークホールド回路から出力された前記照度信号を較正する較正回路と(62)

50

、前記基板（１４）上での光特性が異なる複数の露光用照明光に対応した前記増幅回路（５６）の増幅率と前記較正回路（６２）の較正值とを記憶する記憶装置と（６４、６６）、前記光センサ（５２）が受光する前記露光照明光の種類に応じて、前記記憶装置（６４、６６）から前記増幅率と前記較正值とを読み出し、前記増幅回路（５６）で用いる増幅率と前記較正回路（６２）で用いる較正值とを切り換える切換回路（６８）とを備えたことを特徴とする。

【００１７】

本発明に係る露光装置用照度計（５０）では、露光用照明光の条件が異なる二種類以上の露光装置（３０ａ～３０ｄ）でも、増幅回路（５６）で用いる増幅率と、較正回路（６２）で用いる較正值とを選択的に切り換えることで、同一の照度計（５０）を用いて、正確に照度を測定することができる。その結果、将来予想されるＫｒＦ露光装置（３０ａ）とＡｒＦ露光装置（３０ｂ～３０ｄ）とが併用される製造ラインにおいて、各露光装置の照度の管理が容易になり、製造ラインの負担を軽減することができる。

10

【００１８】

請求項２

本発明に係る露光装置用照度計（５０）において、前記増幅回路（５６）で用いる増幅率と、前記較正回路（６２）で用いる較正值とは、前記露光用照明光の波長および／または入射エネルギー範囲毎に、前記記憶装置（６４、６６）に記憶してあることが好ましい（請求項２に対応）。

【００１９】

20

本発明に係る露光装置用照度計（５０）を用いることができる露光装置の露光用照明光の条件としては、照明光の波長が異なるものでも、あるいは波長が同じで入射エネルギー範囲が著しく異なるものでも良い。

【００２０】

請求項３

本発明に係る露光装置用照度計（５０）において、前記記憶装置（６４、６６）は、複数台の露光装置（３０ａ～３０ｄ）でそれぞれ使用される露光照明光の照度を計測するために、前記露光装置（３０ａ～３０ｄ）毎の前記増幅率と前記較正值とを記憶することが好ましい（請求項３に対応）。

【００２１】

30

記憶装置（６４、６６）としては、書き換え可能なものが好ましい。露光装置用照度計（５０）の再較正が可能だからである。

【００２２】

請求項４

本発明に係る露光装置用照度計（５０）において、前記複数台の露光装置（３０ａ～３０ｄ）は、それぞれ発光強度範囲と波長域との少なくとも一方が異なる光源を有することが好ましい（請求項４に対応）。

【００２３】

本発明では、このような露光装置（３０ａ～３０ｄ）に対して、一台の照度計を用いて照度の計測が可能である。

40

【００２４】

請求項５

本発明に係る露光装置用照度計（５０）において、前記光センサ（５２）は、所定の波長帯域にそれぞれ発振スペクトルを有する複数の露光用照明光を検出可能な広帯域光センサであることが好ましい（請求項５に対応）。

【００２５】

たとえばＫｒＦの照度とＡｒＦの照度との双方を検出するようにするためである。

【００２６】

請求項６

本発明に係る露光装置用照度計（５０）において、前記光センサ（５２）は、前記露光用

50

照明光毎に、少なくとも受光部が交換自在に装着してあっても良い（請求項 6 に対応）。

【 0 0 2 7 】

K r F で用いる光センサ（ 5 2 ）と、A r F で用いる光センサ（ 5 2 b ）とで、兼用することができない場合には、それぞれのための光センサまたは受光部を別々に準備し、これらを一つの照度計（ 5 0 ）に交換自在に設けても良い。その場合でも、照度計本体（ 5 4 ）の兼用を図ることができる。

【 0 0 2 8 】

請求項 7

本発明に係る露光装置用照度計（ 5 0 ）において、前記複数の露光用照明光は、K r F エキシマレーザ及び A r F エキシマレーザを含むことが好ましい（請求項 7 に対応）。

請求項 8

本発明に係る露光装置用照度計（ 5 0 ）において、前記校正回路で校正された照度信号のデータを表示する表示装置を備えることが好ましい（請求項 8 に対応）。

請求項 9

本発明に係る露光装置用照度計（ 5 0 ）において、前記光センサが受光する前記露光用照明の種類を入力する入力装置を備えることが好ましい（請求項 9 に対応）。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 0

本発明に係るリソグラフィ・システム（請求項 1 0 に対応）は、種類が異なる複数台の露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）と、前記複数台の露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）に順次装着される照度計（ 5 0 ）とを備えたリソグラフィ・システムにおいて、前記照度計（ 5 0 ）は、露光用照明光を受光してその強度に応じた照度信号を出力する光センサ（ 5 2 ）と、前記照度信号を増幅する増幅回路（ 5 6 ）と、前記増幅回路（ 5 6 ）で増幅された前記照度信号のピーク値をホールドするピークホールド回路（ 5 8 ）と、前記ピークホールド回路（ 5 8 ）から出力された前記照度信号を校正する校正回路（ 6 2 ）と、前記複数台の露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）でそれぞれ使用される露光用照明光に対応した前記増幅回路（ 5 6 ）の増幅率と前記校正回路（ 6 2 ）の較正值とを記憶する記憶装置（ 6 4 、 6 6 ）と、装着された前記露光装置の種類に応じて、前記記憶装置（ 6 4 、 6 6 ）から前記増幅率と前記較正值とを読み出し、前記増幅回路（ 5 6 ）で用いる増幅率と前記校正回路（ 6 2 ）で用いる較正值とを切り換える切換回路（ 6 8 ）とを備えたことを特徴とする。

本発明に係るリソグラフィ・システムでは、露光用照明光の条件が異なる二種類以上の露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）が混在するリソグラフィ・システムでも、増幅回路（ 5 6 ）で用いる増幅率と、校正回路（ 6 2 ）で用いる較正值とを選択的に切り換えることで、同一の照度計（ 5 0 ）を用いて、各露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）毎に、正確に照度を測定することができる。その結果、将来予想される K r F 露光装置（ 3 0 a ）と A r F 露光装置（ 3 0 b ~ 3 0 d ）とが併用されるリソグラフィ・システムにおいて、各露光装置（ 3 0 a ~ 3 0 d ）の照度の管理が容易になり、製造ラインの負担を軽減することができる。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 1

本発明に係る照度計の校正方法（請求項 1 1 に対応）は、マスク（ 1 1 ）のパターンが転写される基板（ 1 4 ）上に入射する露光用照明光を受光する照度計（ 5 0 ）の校正方法において、前記照度計（ 5 0 ）は、前述のいずれかの露光用照度計（ 5 0 ）で構成され、前記光センサ（ 5 2 ）で受光する露光用照明光毎に設定される前記増幅回路の増幅率と前記校正回路（ 6 2 ）の較正值とを使ってその照度を決定するために、複数の基準照度計を用いて同一の光源から射出される照明光をそれぞれ検出して得られる基準照度の平均値と、前記照度計（ 5 0 ）を用いて前記照明光を検出して得られる照度とがほぼ一致するように、前記露光用照明光毎の較正值を変更することを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

本発明に係る照度計の校正方法によれば、単一の基準照度計を用いて校正する場合に比較して、照度計の校正が正確になる、即ち絶対値確度が向上することになり、照度計の照度

10

20

30

40

50

計測精度が向上する。なぜなら、基準照度計自体が、多少なりとも絶対値誤差を持つからである。したがって、校正済みの基準照度計の数が多いほど、照度計（５０）の校正がより正確になり、照度計の照度計測精度がより向上する。

【００３２】

請求項１２

本発明に係るマイクロデバイスの製造方法（請求項１２に対応）は、複数台の露光装置（３０ａ～３０ｄ）を用いて基板（１４）上に複数のパターンを重ね合わせて転写してマイクロデバイスを製造する方法において、前記複数台の露光装置（３０ａ～３０ｄ）のうち、前記基板（１４）に入射する露光用照明光の波長と強度との少なくとも一方が異なる少なくとも二台の露光装置でそれぞれ前記露光用照明光の照度を前述のいずれかの露光装置用照度計（５０）を用いて計測し、前記露光装置毎に前記計測された照度を利用して前記パターンの転写時における前記基板の露光量を制御することを特徴とする。

10

【００３３】

本発明において、マイクロデバイスとは、特に限定されず、半導体装置、液晶回路、磁気ヘッドなどを例示することができる。

【００３４】

本発明に係るマイクロデバイスの製造方法では、露光用照明光の条件が異なる二種類以上の露光装置（３０ａ～３０ｄ）が混在するマイクロデバイスの製造ラインでも、照度計（５０）に設定される計測パラメータを前記露光装置毎に切り換えることで、同一の照度計（５０）を用いて、各露光装置（３０ａ～３０ｄ）毎に、正確に照度を測定することができる。その結果、将来予想されるKrF露光装置（３０ａ）とArF露光装置（３０ｂ～３０ｄ）とが併用されるマイクロデバイスの製造ラインにおいて、各露光装置（３０ａ～３０ｄ）の露光量制御が容易になり、製造ラインの負担を軽減することができる。

20

【００３５】

請求項１３

本発明に係るマイクロデバイスの製造方法では、前記少なくとも二台の露光装置は互いに前記露光用照明光の波長が異なることが好ましい（請求項１３に対応）。

【００３６】

増幅回路（５６）で用いる増幅率と、校正回路（６２）で用いる較正值とを選択的に切り換えることで、同一の照度計（５０）を用いて、露光用照明光の波長が異なる露光装置（３０ａ～３０ｄ）毎に、正確に照度を測定することができる。

30

【００３７】

請求項１４

本発明に係るマイクロデバイスの製造方法では、前記少なくとも二台の露光装置は、前記露光用照明光としてKrFエキシマレーザを使用する露光装置（３０ａ）と、ArFエキシマレーザを使用する露光装置（３０ｂ～３０ｄ）とを含むことが好ましい（請求項１４に対応）。

【００３８】

将来予想されるKrF露光装置（３０ａ）とArF露光装置（３０ｂ～３０ｄ）とが併用されるマイクロデバイスの製造ラインにおいて、各露光装置（３０ａ～３０ｄ）の照度の管理が容易になり、マイクロデバイスの製造ラインの負担を軽減することができる。

40

【００３９】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。

図１は本発明の１実施形態に係る露光装置用照度計の概略ブロック図、図２は図１に示す照度計における主要回路の特性を示す概略図、図３は複数の露光装置と照度計との関係を示す概略図、図４は露光装置の一例を示す概略図、図５は照度計のセンサ部が設置されるウエハステージの概略斜視図、図６は照度計の構成方法の一例を示す概略図、図７はセンサ部の他の例を示す要部断面図である。

【００４０】

50

図 1 に示す本発明の 1 実施形態に係る露光装置用照度計 5 0 は、たとえば図 3 に示すように、K r F エキシマレーザを露光用照明光源とする露光装置 3 0 a と、A r F エキシマレーザを露光用照明光源とする露光装置 3 0 b ~ 3 0 d とが混在するリソグラフィ・システムによりマイクロデバイスとしての半導体装置を製造するシステムにおいて、各露光装置 3 0 a ~ 3 0 d の照度を検出し、露光装置間の露光量をマッチングさせるために使用される。なお、本実施形態では、これら二種類の露光装置 3 0 a ~ 3 0 d は、同一のホストコンピュータ 7 6 に接続してあり、それぞれの稼働状況などがモニターされ、生産管理されている。

【 0 0 4 1 】

まず、図 4 に基づき、一つの露光装置 3 0 a について説明する。図 3 に示す他の露光装置 3 0 b ~ 3 0 d についての説明は省略するが、基本的な構成は、図 4 に示すものと同様であり、露光用照明光のための光源の種類が異なるのみである。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示すように、本実施形態に係る露光装置 3 0 a は、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の露光装置であり、マスクとしてのレチクル 1 1 上のパターンの一部を投影光学系 1 3 を介して基板としてのレジストが塗布されたウエハ 1 4 上に縮小投影露光した状態で、レチクル 1 1 とウエハ 1 4 とを、投影光学系 1 3 に対して同期移動させることにより、レチクル 1 1 上のパターンの縮小像を逐次ウエハ 1 4 の各ショット領域に転写し、ウエハ 1 4 の上に半導体装置を製造するようになっている。

【 0 0 4 3 】

本実施形態の露光装置 3 0 a は、露光用光源 1 として K r F エキシマレーザ（発振波長 2 4 8 n m ）を有する。露光用光源 1 からパルス発光されたレーザビーム L B は、ビーム整形・変調光学系 2 へ入射するようになっている。本実施形態では、ビーム整形・変調光学系 2 は、ビーム整形光学系 2 a と、エネルギー変調器 2 b とから成る。ビーム整形光学系 2 a は、シリンダレンズやビームエキスパンダ等で構成してあり、これらにより、後続のフライアイレンズ 5 に効率よく入射するようにビームの断面形状が整形される。

【 0 0 4 4 】

図 4 に示すエネルギー変調器 2 b は、エネルギー粗調器およびエネルギー微調器などで構成してあり、エネルギー粗調器は、回転自在なレボルバ上に透過率（ $= (1 - \text{減光率}) \times 100 (\%)$ ）の異なる複数個の N D フィルタを配置したものであり、そのレボルバを回転することにより、入射するレーザビーム L B に対する透過率を 1 0 0 % から複数段階で切り換えることができるようになっている。なお、そのレボルバと同様のレボルバを 2 段配置し、2 組の N D フィルタの組み合わせによってより細かく透過率を調整できるようにしてもよい。一方、エネルギー微調器は、ダブル・グレーティング方式、または傾斜角可変の 2 枚の平行平板ガラスを組み合わせた方式等で、所定範囲内でレーザビーム L B に対する透過率を連続的に微調整するものである。ただし、このエネルギー微調器を使用する代わりに、エキシマレーザ光源 1 の出力変調によってレーザビーム L B のエネルギーを微調整してもよい。

【 0 0 4 5 】

図 4 において、ビーム整形・変調光学系 2 から射出されたレーザビーム L B は、光路折り曲げ用のミラー M を介してフライアイレンズ 5 に入射する。

【 0 0 4 6 】

フライアイレンズ 5 は、後続のレチクル 1 1 を均一な照度分布で照明するために多数の 2 次光源を形成する。図 4 に示すように、フライアイレンズ 5 の射出面には照明系の開口絞り（いわゆる 絞り）6 が配置してあり、その開口絞り 6 内の 2 次光源から射出されるレーザビーム（以下、「パルス照明光 I L」と呼ぶ）は、反射率が小さく透過率の大きなビームスプリッタ 7 に入射し、ビームスプリッタ 7 を透過した露光用照明光としてのパルス照明光 I L は、リレーレンズ 8 を介してコンデンサレンズ 1 0 へ入射するようになっている。

【 0 0 4 7 】

リレーレンズ 8 は、第 1 リレーレンズ 8 A と、第 2 リレーレンズ 8 B と、これらレンズ 8 A、8 B 間に配置される固定照明視野絞り（固定レチクルブラインド）9 A および可動照明視野絞り 9 B とを有する。固定照明視野絞り 9 A は、矩形の開口部を有し、ビームスプリッタ 7 を透過したパルス照明光 I L は、第 1 リレーレンズ 8 A を経て固定照明視野絞り 9 A の矩形の開口部を通過するようになっている。また、この固定照明視野絞り 9 A は、レチクルのパターン面に対する共役面の近傍に配置してある。可動照明視野絞り 9 B は、走査方向の位置および幅が可変の開口部を有し、固定照明視野絞り 9 A の近くに配置してあり、走査露光の開始時および終了時にその可動照明視野絞り 9 B を介して照明視野フィールドをさらに制限することによって、不要な部分（レチクルパターンが転写されるウエハ上のショット領域以外）の露光が防止されるようになっている。

10

【0048】

図 4 に示すように、固定照明視野絞り 9 A および可動照明視野絞り 9 B を通過したパルス照明光 I L は、第 2 リレーレンズ 8 B およびコンデンサレンズ 10 を経て、レチクルステージ 15 上に保持されたレチクル 11 上の矩形の照明領域 12 R を均一な照度分布で照明する。レチクル 11 上の照明領域 12 R 内のパターンを投影光学系 13 を介して投影倍率（例えば $1/4$ 、 $1/5$ 等）で縮小した像が、フォトレジストが塗布されたウエハ（感光性基板）14 上の照明視野フィールド 12 W に投影露光される。以下、投影光学系 13 の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、その光軸 A X に垂直な平面内で照明領域 12 R に対するレチクル 11 の走査方向（即ち、図 4 の紙面に平行な方向）を Y 方向、その走査方向に垂直な非走査方向を X 方向として説明する。

20

【0049】

このとき、レチクルステージ 15 はレチクルステージ駆動部 18 により Y 方向に走査される。外部のレーザ干渉計 16 により計測されるレチクルステージ 15 の Y 座標がステージコントローラ 17 に供給され、ステージコントローラ 17 は供給された座標に基づいてレチクルステージ駆動部 18 を介して、レチクルステージ 15 の位置および速度を制御する。

【0050】

一方、ウエハ 14 は、不図示のウエハホルダを介してウエハステージ 28 上に載置される。ウエハステージ 28 は、Z チルトステージ 19 と、Z チルトステージ 19 が載置される X Y ステージ 20 とを有する。X Y ステージ 20 は、X 方向および Y 方向にウエハ 14 の位置決めを行うと共に、Y 方向にウエハ 14 を走査する。また、Z チルトステージ 19 は、ウエハ 14 の Z 方向の位置（フォーカス位置）を調整すると共に、X Y 平面に対するウエハ 14 の傾斜角を調整する機能を有する。Z チルトステージ 19 上に固定された移動鏡、および外部のレーザ干渉計 22 により計測される X Y ステージ 20（ウエハ 14）の X 座標、および Y 座標がステージコントローラ 17 に供給され、ステージコントローラ 17 は、供給された座標に基づいてウエハステージ駆動部 23 を介して X Y ステージ 20 の位置および速度を制御する。

30

【0051】

また、ステージコントローラ 17 の動作は、不図示の装置全体を統轄制御する主制御系によって制御されている。そして、走査露光時には、レチクル 11 がレチクルステージ 15 を介して + Y 方向（または - Y 方向）に速度 V_R で走査されるのに同期して、X Y ステージ 20 を介してウエハ 14 は照明視野フィールド 12 W に対して - Y 方向（または + Y 方向）に速度 $\cdot V_R$ （ \cdot はレチクル 11 からウエハ 14 に対する投影倍率）で走査される。

40

【0052】

また、Z チルトステージ 19 上のウエハ 14 の近傍に光変換素子からなる照度むらセンサ 21 が常設され、照度むらセンサ 21 の受光面はウエハ 14 の表面と同じ高さに設定されている。照度むらセンサ 21 としては、遠紫外で感度があり、且つパルス照明光を検出するために高い応答周波数を有する PIN 型のフォトダイオード等が使用できる。照度むらセンサ 21 の検出信号が不図示のピークホールド回路、およびアナログ/デジタル（A /

50

D)変換器を介して露光コントローラ26に供給されている。

【0053】

なお、図4に示すビームスプリッタ7で反射されたパルス照明光ILは、集光レンズ24を介して光変換素子よりなるインテグレートセンサ25で受光され、インテグレートセンサ25の光電変換信号が、不図示のピークホールド回路およびA/D変換器を介して出力DSとして露光コントローラ26に供給される。インテグレートセンサ25の出力DSと、ウエハ14の表面上でのパルス照明光ILの照度(露光量)との相関係数は予め照度計を用いて求められて露光コントローラ26内に記憶されている。露光コントローラ26は、制御情報TSを露光用光源1に供給することによって、露光用光源1の発光タイミング、および発光パワー等を制御する。露光コントローラ26は、さらにエネルギー変調器2bでの減光率を制御し、ステージコントローラ17はステージ系の動作情報に同期して可動照明視野絞り9Bの開閉動作を制御する。

10

【0054】

本実施形態では、このようなKrFエキシマレーザを露光用照明光として用いたステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置30aと、ArFエキシマレーザを露光用照明光として用いたステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置30b~30dとが混在するリソグラフィ・システムを用いた半導体装置の製造方法において、各露光装置30a~30dの照度を検出し、露光装置間の露光量をマッチングさせるために、図1に示す露光装置用照度計50が使用される。

【0055】

20

図1に示すように、本実施形態に係る露光装置用照度計50は、光センサ50と、照度計本体54とを有する。光センサ52には、光変換素子が内蔵しており、光センサ52に照射された露光用照明光の入射エネルギーに応じて、電気信号を出力している。本実施形態において用いることができる光変換素子としては、特に限定されず、光起電力効果、ショットキー効果、光電磁効果、光導電効果、光電子放出効果、焦電効果などを利用した光変換素子が例示されるが、本実施形態では、所定の波長帯域にそれぞれ発振スペクトルを有する複数の露光用照明光を検出可能な広帯域光センサ素子が好ましい。KrFとArFとの双方の波長の光を検出するためである。このような観点からは、焦電効果を利用した光変換素子である焦電センサ素子が好ましい。

【0056】

30

照度計本体54は、配線53を介して光センサ52からの出力信号(照度信号)が入力する増幅回路(アンプ)56を有する。増幅回路56は、増幅率記憶装置64に接続しており、増幅率記憶装置64に記憶してある増幅率で、光センサ52からの照度信号を増幅するようになっている。

【0057】

増幅率記憶装置64には、露光用照明光の種類に応じて予め設定された増幅率が記憶しており、本実施形態では、KrF露光用照明光のためのKrF用増幅率と、ArF露光用照明光のためのArF用増幅率とが記憶してある。これら増幅率の設定の仕方については後述する。

【0058】

40

増幅回路56には、ピークホールド(P/H)回路58が接続しており、増幅回路56で増幅された照度信号のピーク値をホールドするようになっている。このピークホールド回路58は、アナログ・デジタル変換(A/D)回路60に接続しており、ピークホールド回路58でホールドされた照度信号のピーク値(アナログ信号)は、デジタル信号に変換される。

【0059】

アナログ・デジタル変換回路60は、較正回路62に接続しており、アナログ・デジタル変換回路60により変換されたデジタル信号(照度信号)は、較正回路62により較正される。この較正回路62による較正は、較正回路62に接続してある較正值記憶装置66に記憶してある較正值に基づき行われる。較正值記憶装置66には、露光用照明光の種類

50

に応じて予め設定された較正值が記憶しており、本実施形態では、K r F 露光用照明光のためのK r F用較正值と、A r F 露光用照明光のためのA r F用較正值とが記憶してある。これら較正值の設定の仕方については後述する。

【0060】

較正回路62による較正が必要な理由を次に示す。すなわち、較正回路62へ入力される前のデジタル信号は、光センサ52へ入射された光の照度に対応した量のデジタル信号ではあるが、そのデジタル信号から照度を計算するためには、増幅回路56での増幅率や、光センサ52で用いたセンサ素子の波長依存性などを考慮して補正を行う必要があるからである。このような較正を行わない場合には、正確な照度を算出して表示することはできない。なお、本実施形態では、光センサ52には、K r FとA r Fとの二種類の露光用照明光が照射されるので、較正回路62で行う較正值としては、K r F 露光用照明光のためのK r F用較正值と、A r F 露光用照明光のためのA r F用較正值との二種類の較正值が必要となる。

10

【0061】

較正回路62の出力端には、表示装置74が接続しており、較正回路62により較正されて照度（入射エネルギー）に換算されたデータが、表示装置74に表示されるようになっている。なお、本実施形態では、表示装置74が、照度計本体54に装着してあるが、その表示装置74は、照度計本体54とは別の外部の表示装置であっても良い。また、較正回路62により較正されて照度（入射エネルギー）に換算されたデータは、照度計本体54の外部へ転送可能に構成しても良い。表示装置74としては、特に限定されず、ブラウン管、液晶表示装置、プラズマ表示装置、LEDなどを例示することができる。

20

【0062】

増幅率記憶装置64と較正值記憶装置66とは、別々の記憶装置でも良いが、同一の記憶装置であっても良く、また、照度計本体54に内蔵された記憶装置でも、外部記憶装置でも良い。記憶装置としては、特に限定されず、SRAMやEEPROMなどの不揮発性メモリ、磁気ディスク、光磁気ディスク、フロッピーディスクなどを例示することができる。

【0063】

これら増幅率記憶装置64および較正值記憶装置66には、必要に応じて切換回路68が接続してある。切換回路68は、増幅回路56で用いられる増幅率と、較正回路62で用いられる較正值とを、光センサ52へ入力される露光用照明光の種類に応じて切り替えるように、記憶装置64、66および/または増幅回路56および較正回路62へ切換信号を出力する。

30

【0064】

切換回路68からの切換信号は、入力装置70からマニュアルで入力された選択信号に基づき発生させても良いし、入出力端子72から入力された選択信号に基づき発生させても良い。入力装置70としては、特に限定されないが、キーボード、タッチパネル、マウスなどを例示することができる。作業者は、このような入力装置70からマニュアル式に、光センサ52が設置されて照度が測定されるべき露光用照明光の種類（本実施形態では、K r FまたはA r F）を選択する。入力装置70を用いて、露光用照明光の種類（本実施形態では、K r FまたはA r F）を選択することで、切換回路68から切換信号が出力し、増幅回路56で用いる増幅率と、較正回路62で用いる較正值が決定し、各記憶装置64および66から読み出される。

40

【0065】

図1に示す入出力端子72が接続される機器としては、特に限定されないが、たとえば光センサ52が設置されるべき露光装置30a~30dの各制御装置でも、図3に示すホストコンピュータ76であっても良い。入出力端子72を、このような機器に接続することで、これらの機器から自動的に、光センサ52が設置されるべき露光装置30a~30dで用いる露光用照明光の種類（本実施形態では、K r FまたはA r F）を示す選択信号が入力される。その結果、切換回路68から切換信号が出力し、増幅回路56で用いる増幅

50

率と、較正回路 6 2 で用いる較正值が決定し、各記憶装置 6 4 および 6 6 から読み出される。

【 0 0 6 6 】

なお、図 1 に示す増幅率記憶装置 6 4 と較正值記憶装置 6 6 とに記憶されるデータ量は、それほど多くない場合などには、増幅率記憶装置 6 4 と較正值記憶装置 6 6 とは、それぞれ単なる可変抵抗や可変コンデンサなどの電子素子であっても良い。その場合には、切換回路 6 8 および入力装置 7 0 は、可変抵抗の抵抗値または可変コンデンサの容量を変えるための単なるつまみなどで構成することもできる。この場合には、可変抵抗の抵抗値または可変コンデンサの容量が、記憶すべき増幅率または較正值に対応する。

【 0 0 6 7 】

本実施形態において、照度計 5 0 の光センサ 5 2 が設置される位置は、特に限定されないが、図 5 に示すように、各露光装置 3 0 a ~ 3 0 d におけるウエハステージ 2 8 の Z チルトステージ 1 9 上である。照度の測定に際しては、ウエハステージ 2 8 を、X および Y 方向に駆動制御し、図 4 に示す投影光学系 1 3 を通過した露光用照明光を、図 5 に示す光センサ 5 2 の光変換素子へ入射させる。

【 0 0 6 8 】

なお、照度計 5 0 は光センサ 5 2 がアパーチャ板の直下に近接して設けられており、照度測定時にはそのアパーチャ板の下面、即ち光センサ 5 2 の受光面が投影光学系 1 3 の像面とほぼ一致するように照度計 5 0 の位置が調整される。

【 0 0 6 9 】

次に、図 1 に示す増幅率記憶装置 6 4 へ記憶すべき増幅率と、較正值記憶装置 6 6 に記憶すべき較正值とを設定する方法について説明する。

A r F エキシマレーザ露光装置では、使用するレジストが、K r F エキシマレーザ露光装置に用いるレジストに比較して、一般に高感度である。また、K r F エキシマレーザよりエネルギー安定性の良くない A r F エキシマレーザでは、積算露光量制御の精度を向上させるために、積算パルス数が多くなる。そのために、1 パルスあたりのエネルギーが、K r F エキシマレーザ露光装置の場合に比較して小さくなる。典型的には、照度計の入射エネルギーレベルで数倍 ~ 1 0 倍程度の差異がある。

【 0 0 7 0 】

したがって、従来では、K r F エキシマレーザ露光装置で最適化した照度計を用いて、A r F エキシマレーザ露光装置の照度を計測しようとしても、センサの出力信号が低下し、直線性を持つ十分に広い計測レンジが得られない可能性が高い。

【 0 0 7 1 】

また、使用波長が異なると、センサの感度が多少変化するため、K r F エキシマレーザの場合と同様な較正值では、正確な照度の絶対値の計測が困難である。

【 0 0 7 2 】

そこで、本実施形態では、図 1 に示す増幅率記憶装置 6 4 には、K r F 用増幅率と A r F 用増幅率との二種類の増幅率を記憶し、露光波長に応じて切り換えて使用している。また、較正值記憶装置 6 6 には、K r F 用較正值と A r F 用較正值との二種類の増幅率を記憶し、露光波長に応じて切り換えて使用している。

【 0 0 7 3 】

まず、増幅率記憶装置 6 4 に記憶すべき K r F 用増幅率と A r F 用増幅率との設定について説明する。

図 2 に示すように、ピークホールド回路 5 8 では、その入力信号（入力電圧）と出力信号（出力電圧）との関係において、その入力電圧 V_0 が V_1 よりも大きく V_2 よりも小さい場合に、良好な直線関係（比例関係）を持つ領域が存在する。別の言い方をすれば、照度計 5 0 による測定の直線性は、ピークホールド回路 5 8 の追従性に依存する。そのため、正確な照度を算出するためには、増幅回路 5 6 において、その出力電圧 V_0 （ピークホールド回路 5 8 への入力電圧）が、 $V_1 < V_0 < V_2$ の関係となるように、増幅率を設定する必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

その際に、K r F の場合の 1 パルスあたりの照射エネルギーと、A r F の場合の 1 パルスあたりの照射エネルギーとは、異なることから、それぞれについて、出力電圧が V 0 程度になるように、K r F 用増幅率 gKrF と A r F 用増幅率 gArF とを決定する。これらの K r F 用増幅率 gKrF と A r F 用増幅率 gArF とが、図 1 に示す増幅率記憶装置 6 4 に記憶される。記憶させるための操作は、図 1 に示す入力装置 7 0 をマニュアルで操作することにより行っても良いし、入出力端子 7 2 からデータを送信することにより記憶させても良い。

【 0 0 7 5 】

なお、K r F の場合の 1 パルスあたりの照射エネルギーと、A r F の場合の 1 パルスあたりの照射エネルギーとは、コンピュータの解析プログラムによるシュミレーションにより求めても良いし、実測により求めても良い。

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 に示す較正值記憶装置 6 6 に記憶すべき K r F 用較正值と A r F 用較正值との設定について説明する。

これらの較正值を求めるための一方法としては、たとえば図 6 に示すように、まず、K r F レーザ装置 7 8 を用い、同じレーザ装置 7 8 から出射される光を、同時に、反射率、及び透過率が既知のビームスプリッタ 8 0 を介して K r F 用基準照度計 5 0 a の光センサ 5 2 a と、較正すべきワーキング照度計 5 0 の光センサ 5 2 とに照射する。その際には、較正すべきワーキング照度計 5 0 の増幅回路 5 6 で用いる増幅率は、K r F 用増幅率となるように切換回路 6 8 を用いて設定しておく。次に、較正すべきワーキング照度計 5 0 の照度計本体 5 4 の表示部で示す照度計の値が、K r F 用基準照度計 5 0 a の照度計本体 5 4 a の表示部で示す値と同じ値となるように、ビームスプリッタ 8 0 の反射率、及び透過率も用いて K r F 用較正值を決定し、その決定された K r F 用較正值を、ワーキング照度計 5 0 中の図 1 に示す較正值記憶装置 6 6 に記憶させる。K r F 用較正值の決定および記憶は、マニュアルで行っても良いが、基準照度計 5 0 a とワーキング照度計 5 0 とを直接または他の機器を介して間接的に接続し、自動的に行うようにしても良い。

【 0 0 7 7 】

A r F 用較正值の決定および記憶は、図 6 に示すレーザ装置 7 8 を A r F 用のものとすると共に、基準照度計 5 0 a も A r F 用のものと交換し、さらに、較正すべきワーキング照度計の増幅回路 5 6 で用いる増幅率を、A r F 用増幅率となるように切換回路 6 8 を用いて設定しておき、前記と同様な操作を行えば良い。

【 0 0 7 8 】

次に、このように構成されたワーキング照度計 5 0 の使用方法について説明する。

図 4 に示すように、各露光装置 3 0 には、インテグレータセンサ 2 5 や照度むらセンサ 2 1 などの光センサが装着してあり、正確な照度（露光量）を検出するように、露光装置の出荷前に較正してある。しかしながら、露光装置の長期間の使用と共に、インテグレータセンサ 2 5 や照度むらセンサ 2 1 などの光センサの再較正が必要となる場合がある。また、図 3 に示すように、製造ラインにおいては、複数の露光装置 3 0 a ~ 3 0 d を用いることが一般的であり、各露光装置 3 0 a ~ 3 0 d 間の露光量をマッチングさせる必要がある。

【 0 0 7 9 】

このような場合において、K r F 露光装置と A r F 露光装置とが混在する場合には、従来では、K r F 用ワーキング照度計と A r F 用ワーキング照度計との二種類の照度計が必要であった。本実施形態では、単一のワーキング照度計 5 0 を用い、図 1 に示す入力装置 7 0 または入出力端子 7 2 からの選択信号に基づき、増幅回路 5 6 で用いる増幅率と、較正回路 6 2 で用いる較正值とを、K r F 用と A r F 用とに切り換えて照度を計測する。したがって、単一のワーキング照度計 5 0 を用いて、K r F 露光装置と A r F 露光装置との双方の照度を計測することができる。

【 0 0 8 0 】

ワーキング照度計 50 を用いて計測された照度出力信号は、露光装置 30 に装着してあるインテグレータセンサ 25 や照度むらセンサ 21 などの光センサの較正に用いたり、各露光装置 30 a ~ 30 d 間の露光量をマッチングさせたりすることに用いられる。

【0081】

なお、ワーキング照度計 50 の長期間の使用により、ワーキング照度計 50 自体を再較正する必要が生じた場合には、次に示す方法で行うことが好ましい。すなわち、較正済みの複数の基準照度計を用いて、ワーキング照度計 50 を再較正することが好ましい。

【0082】

まず、較正済みの複数の（たとえば三つ）の基準照度計を用いて、同一の露光装置の照度を測定する。較正済みの複数の基準照度計といえども、多少のばらつきはあり、測定結果として、たとえば I_a , I_b , I_c (mW/cm^2) 程度にばらつく。その測定結果の算術平均値を求め、基準照度平均値 ($I_a + I_b + I_c$) / 3 とする。

【0083】

また、同一の露光装置の照度を、再較正すべきワーキング照度計 50 を用いて測定する。その測定結果を I_d とする。再較正に際しては、この再較正すべきワーキング照度計 50 の照度測定結果 I_d が、前記の基準照度平均値 ($I_a + I_b + I_c$) / 3 に近づくように、予め設定された較正值 C_d を書き換える。すなわち、図 1 に示す較正值記憶装置 66 に記憶してある較正值 C_d を書き換える。この操作を、測定すべき露光用照明光の種類に応じて行う。本実施形態では、 KrF と ArF との二つの露光装置毎に行う。

【0084】

このように複数の較正済みの基準照度計を用いて、ワーキング照度計 50 を再較正することで、単一の基準照度計を用いて再較正する場合に比較して、ワーキング照度計 50 の再較正が正確になり、ワーキング照度計 50 の照度計測精度が向上する。なぜなら、基準照度計自体が、多少なりとも絶対値誤差を持つからである。したがって、較正済みの基準照度計の数が多いほど、ワーキング照度計 50 の再較正がより正確になり、ワーキング照度計 50 の照度計測精度がより向上する。

【0085】

なお、前述したワーキング照度計 50 の再較正方法は、ワーキング照度計でない照度計に対しても適用することができると共に、再較正ではない最初の較正にも適用することができる。

【0086】

また、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

【0087】

たとえば、図 7 に示すように、 ArF エキシマレーザの照度を計測するための光センサ 52 b としては、光電変換素子 82 をパッケージ 84 で覆い、石英ガラスなどで構成してある透明板 86 と素子 82 との間に密封隙間 88 を作り、その密封隙間 88 内に流路 90 を通して窒素ガスなどの不活性ガスをパージするように構成したものが使用される可能性もある。そのような場合には、 KrF 用光センサ 52 と ArF 用光センサ 52 b とを、共通の照度計本体 54 に接続し、前記と同様にして、増幅率と較正值とを切り換えて使用することができる。または、 KrF 用光センサ 52 自体またはその受光部のみを交換自在な構造とし、そのセンサまたは受光部のみを、 ArF 用光センサ 52 b 自体またはその受光部のみと交換し、前記と同様にして、増幅率と較正值とを切り換えて使用することができる。このような場合でも、照度計本体 54 は、共通のものを使用することができる。

【0088】

また、前述した実施形態では、 KrF 用と ArF 用とで切り換えて使用することができる照度計について開示したが、これらの波長の組み合わせのみでなく、その他の波長の組み合わせに対しても、本発明に係る照度計を用いることができる。さらに、異なる波長の組み合わせは、二つのみでなく、三つ以上であっても良い。さらにまた、本発明に係る照度計は、波長が同じでも、異なる入射エネルギー範囲を持つ露光用照明光の照度を高精度で

10

20

30

40

50

検出するために、入射エネルギー範囲で切り換えて用いることもできる。

【0089】

また、図1に示す本発明に係る照度計50の照度計本体54を構成するブロック図を実現するための各回路または装置は、各機能を実現するためのハードのみで構成されることなく、その一部または全てが、ソフトウェア・プログラムであっても良い。

【0090】

また、上述した実施形態では、本発明に係る照度計を、各露光装置に付随している光センサ(21、25など)の校正を主として行うためのワーキング照度計として用いたが、本発明は、これに限定されず、各露光装置に付随している照度計自体とすることもできる。すなわち、従来の露光装置の製造の段階では、各露光装置に装着すべき照度計は、露光装置の光源の波長毎に別種類の照度計を準備する必要があった。しかし、本発明に係る照度計を用いることで、単一種類の照度計を、切り換えて設定して露光装置に取り付けることで、照度計部品の共用化を図ることができる。

【0091】

さらにまた、上述した実施形態ではステップ・アンド・スキャン方式の縮小投影型走査露光装置(スキャニング・ステッパ)についての説明したが、例えばレチクル11とウエハ14とを静止させた状態でレチクルパターンの全面に露光用照明光を照射して、そのレチクルパターンが転写されるべきウエハ14上の1つの区画領域(ショット領域)を一括露光するステップ・アップ・リピート方式の縮小投影型露光装置(ステッパ)、さらにはミラープロジェクション方式やプロキシミティ方式などの露光装置にも同様に、本発明に係る照度計を適用することができる。なお、図4に示した投影光学系13はその全ての光学素子が屈折素子(レンズ)であるものとしたが、反射素子(ミラーなど)のみからなる光学系であってもよいし、あるいは屈折素子と反射素子(凹面鏡、ミラーなど)とからなるカタディオプトリック光学系であってもよい。また、投影光学系13は縮小光学系に限られるものではなく、等倍光学系や拡大光学系であってもよい。

【0092】

さらに、本発明に係る照度計は、光源として軟X線領域に発振スペクトルを有するEUV(Extreme Ultra Violet)を発生するSOR、またはレーザプラズマ光源等を用いた縮小投影型走査露光装置、又はプロキシミティ方式のX線走査露光装置にも適用可能である。

【0093】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明に係る露光装置用照度計、リソグラフィ・システムおよびマイクロデバイスの製造方法によれば、露光用照明光の条件が異なる二種類以上の露光装置でも、同一の照度計を用いて、正確に照度を測定することができる。その結果、将来予想されるKrF露光装置とArF露光装置とが併用されるリソグラフィ・システムやマイクロデバイスの製造ラインにおいて、各露光装置の照度の管理が容易になり、製造ラインの負担を軽減することができる。

【0094】

また、本発明に係る照度計の校正方法によれば、単一の基準照度計を用いて校正する場合に比較して、照度計の校正が正確になり、照度計の照度計測精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の1実施形態に係る露光装置用照度計の概略ブロック図である。

【図2】 図2は図1に示す照度計における主要回路の特性を示す概略図である。

【図3】 図3は複数の露光装置と照度計との関係を示す概略図である。

【図4】 図4は露光装置の一例を示す概略図である。

【図5】 図5は照度計のセンサ部が設置されるウエハステージの概略斜視図である。

【図6】 図6は照度計の構成方法の一例を示す概略図である。

【図7】 図7はセンサ部の他の例を示す要部断面図である。

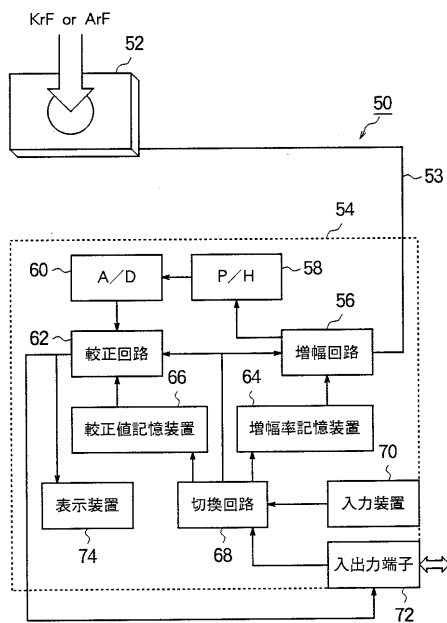
【符号の説明】

- 1 ... 露光用光源
- 1 1 ... レチクル（マスク）
- 1 3 ... 投影光学系
- 1 4 ... ウエハ（基板）
- 1 7 ... ステージコントローラ
- 3 0 a ~ 3 0 d ... 露光装置
- 5 0 ... 照度計
- 5 0 a ... 基準照度計
- 5 2 , 5 2 a , 5 2 b ... 光センサ
- 5 4 , 5 4 a ... 照度計本体
- 5 6 ... 増幅回路
- 5 8 ... ピークホールド回路
- 6 0 ... アナログ・デジタル変換回路
- 6 2 ... 較正回路
- 6 4 ... 増幅率記憶装置
- 6 6 ... 較正值記憶装置
- 6 8 ... 切換回路
- 7 0 ... 入力装置
- 7 2 ... 入出力端子
- 7 4 ... 表示装置

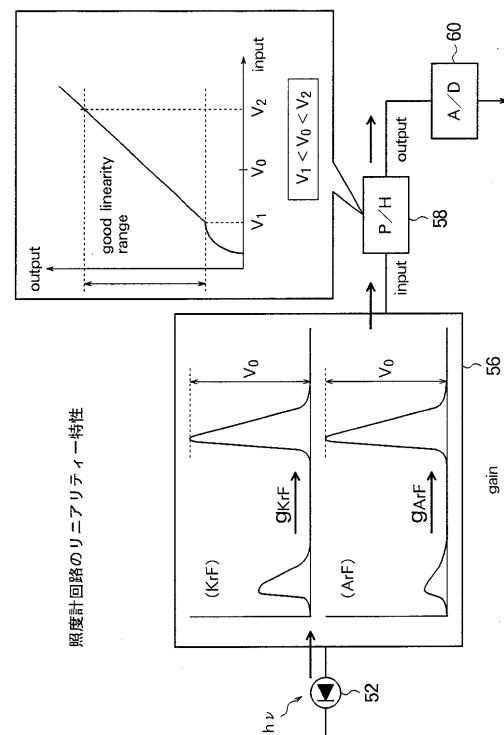
10

20

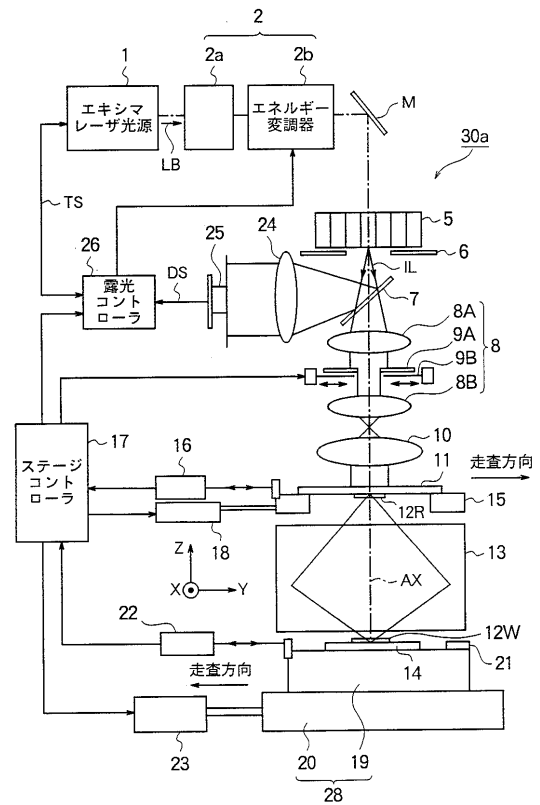
【図 1】



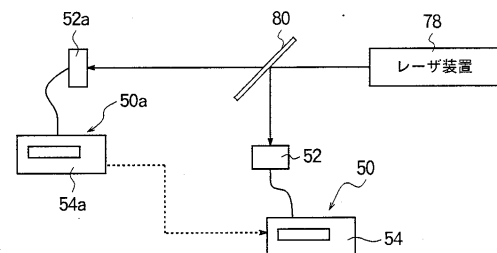
【図 2】



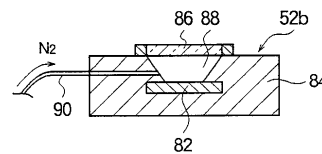
【 図 4 】



【 図 6 】



【圖 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 3 - 2 4 0 2 1 8 (J P , A)
実開昭 6 3 - 1 5 9 7 3 1 (J P , U)
実開昭 6 2 - 0 4 7 9 7 7 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/027
G03F 7/20 - 7/24
G01J 1/00 - 1/60